



Biofouling og skadevoldere: Søstjerner

Holtegaard, L.E.; Gramkow, Mikael; Petersen, Jens Kjerulf; Dolmer, Per

Publication date:
2008

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Holtegaard, L. E., Gramkow, M., Petersen, J. K., & Dolmer, P. (2008). *Biofouling og skadevoldere: Søstjerner*.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

**Lars Erik Holtegaard
Michael Gramkow
Jens Kjerulf Petersen, DMU
Per Dolmer, DTU-Aqua**

Biofouling og skadevoldere:

Søstjerner



DANSK SKALDYRCENTER

Rapporten "Biofouling og Skadevoldere: Søstjerner" er udgivet af Dansk Skaldyrcenter.

Rapporten indgår i rækken af projektrapporter fra Dansk Skaldyrcenter. I rapporterne præsenteres resultaterne af centrets forsknings- og udviklingsprojekter.

Alle offentliggjorte projektrapporter fra Dansk Skaldyrcenter kan hentes i elektronisk form på Dansk Skaldyrcenters hjemmeside www.skaldyrcenter.dk.

Originale tekster og illustrationer fra denne rapport må gengives til ikke-kommercielle formål under forudsætning af tydelig kildeangivelse.

Henvendelse vedrørende denne rapport kan ske til:

Dansk Skaldyrcenter
Øroddevej 80
7900 Nykøbing Mors
Tlf.: 96 69 02 83
www.skaldyrcenter.dk

© Forfatterne og Dansk Skaldyrcenter

Projektet blev finansieret af:

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (www.FVM.dk)
og
Den Europæiske Unions Fiskerisektorprogram FIUF



Forsideillustration: Søstjerner på muslingebanke (tv), tømning af søstjernetrawl (th)

Biofouling og skadevoldere: Søstjerner

Lars Erik Holtegaard

Michael Gramkow

Jens Kjerulf Petersen, DMU

Per Dolmer, DTU-Aqua

Havets stjerner er glubende rovdyr
-men vi kan dog drage nytte af dem

Titel på artikel af Gunnar Thorson
i "Vor Viden, Magasin for ny
teknik og forskning", juni 1951

Forord

Nærværende rapport udgør afrapporteringen af projektet ”Biofouling og Skadevoldere, del 1: Søstjerner”.

Projektet er første del af en forskningsindsats på området ”biofouling og skadevoldere”. I de kommende dele vil der blive fokuseret på andre af de skadevoldende organismer, som volder tab i den danske muslingeproduktion.

Projektet ”Biofouling og Skadevoldere, del 1: Søstjerner” er udført ved Dansk Skaldyrcenter (DSC) i perioden december 2006 til november 2007. Projektet er udført i samarbejde med Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) og Danmarks Miljøundersøgelser (DMU).

Projektet er finansieret af Direktoratet for Fødevareerhverv.

Med mindre andet er anført ved de enkelte illustrationer, er alle fotos, skitser m.v. forfatterens egne.

Til rapporten har Carsten Fomsgaard, DSC, bidraget med afsnit 4.1 og 4.2 om søstjernens biologi og levevis. Jens Kjerulf Petersen, Danmarks Miljøundersøgelser har bidraget med afsnit 7.1 om bestandsvurdering på grundlag af bl.a. larveforekomster. Per Dolmer, Rasmus Borgstøm, Andreas Espersen og Per Sand Kristensen alle fra Danmarks Fiskeriundersøgelser har bidraget med afsnit 7.2 om bestandsvurdering på grundlag af bl.a. resultater fra trawlsurveys.

I forbindelse med projektet har en lang række personer vist stor imødekommenhed og har, på forskellig vis, bidraget til projektet. Særligt takkes:

- Skippere og besætninger på fiskefartøjerne L112 Disko, L253 Laura, L500 Jens Sund, L935 Sandra Pedersen, SK925 Joan-Kiss og SK956 Manta, som har stillet fartøjer og redskaber til rådighed for projektet, og har, ofte med kort varsel, været villige til at tage på fjorden for at udføre forsøgsfiskeri for projektet.
- De mange fiskere som løbende har vist deres interesse for projektet og delt ud af deres erfaringer med søstjernefiskeri.
- Personalet ved DSC, hvor især tekniker Finn Bak og biolog Ditte Tørring som tender og dykker har udført dykkerundersøgelserne uanset vejr og vind, og Maj Britt Hedegaard har foretaget oparbejdning af prøver for bifangst m.m.

Endelig takkes også Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri for at have muliggjort projektet ved at stille midler til rådighed via Direktoratet for Fødevareerhverv (www.DFFE.dk)

Nykøbing Mors den 25. februar 2008

Indholdsfortegnelse

1 Sammenfatning	9
2 English summary	11
3 Introduktion	12
3.1 <i>Projektets målsætninger.....</i>	<i>13</i>
3.2 <i>Terminologi.....</i>	<i>16</i>
4 Søstjernens biologi og levevis	17
4.1 <i>Udbredelse og levevis</i>	<i>19</i>
4.2 <i>Fødevalg.....</i>	<i>20</i>
4.3 <i>Rognsætning.....</i>	<i>22</i>
5 Søstjernefiskeri i Danmark	26
5.1 <i>Anvendelse af søstjerner i Danmark</i>	<i>26</i>
6 Metoder til fiskeri eller afvisning af søstjerner	28
6.1 <i>Kalkning.....</i>	<i>28</i>
6.2 <i>Eksklusionshegn.....</i>	<i>29</i>
6.3 <i>Passive redskaber</i>	<i>29</i>
6.4 <i>Aktive redskaber.....</i>	<i>32</i>
6.5 <i>Sammenfatning.....</i>	<i>37</i>
7 Bestandsstørrelser af søstjerner og indflydelse på muslingebestanden i Limfjorden.....	38
7.1 <i>Søstjerner – data fra DMU’s database</i>	<i>39</i>
7.2 <i>Søstjerner – data fra DFU’ monitorings database</i>	<i>46</i>
7.3 <i>Sammenfatning.....</i>	<i>50</i>
8 Afprøvning af redskaber og metoder	52
8.1 <i>Afprøvning af eksklusionshegn</i>	<i>52</i>
8.2 <i>Videreudvikling af søstjernefælder</i>	<i>56</i>
8.3 <i>Afprøvning og dokumentation af søstjernevod.....</i>	<i>61</i>
9 Udvikling og dokumentation af modificeret vod.....	75

10 Forsøgsfiskeri	80
10.1 Område 9, maj 2007	80
10.2 Område 37, november 2007	90
11 Væsketab ved fiskeri af søstjerner	98
11.1 Væsketab under fiskeri.....	98
11.2 Væsketab efter fangst.....	100
12 Bifangst	104
13 Analyse af søstjerner kemiske sammensætning	112
13.1 Opstilling af liste over analyseparametre	113
13.2 Kemisk analyse af søstjerner	113
13.3 Vurdering af søstjerner egnethed som dyrefoder.....	118
14 Afprøvning af søstjerner som foder	119
14.1 Fremstilling af søstjernemel	120
14.2 Afprøvning af søstjerner som økologisk hønsefoder.....	121
15 Afslutning og perspektivering	122
16 Referencer	124

Indholdsfortegnelse, bilagsrapport

Bilagene til denne rapport findes i en særskilt bilagsrapport.

Bilag 1: Vurdering af søstjerner som råvare til fiskefoder.....	4
Bilag 2: Vurdering af søstjerner som fodermiddel.....	8
Bilag 3: Søstjerner anvendelighed som råvare til foder.....	40
Bilag 4: Afprøvning af søstjernemel som økologisk hønsefoder.....	44

1 Sammenfatning

Projektet "Biofouling og skadevoldere, del 1: Søstjerner", har haft til sigte at indsamle og frembringe viden, som kan bidrage til at belyse en række aspekter omkring udnyttelsen af søstjerner som fiskeriressource og dertil håndteringen af søstjerner som en skadevolder i muslingeproduktionen.

Søstjernerne er formentlig den væsentligste prædator, når det gælder muslinger, som lever på fjordbunden på f.eks. naturlige muslingebanker, i eventuelle bundkulturer eller genudlægnings- og omplantningsområder. Her kan søstjerner forvolde en omfattende nedgang i antallet af levende muslinger.

I forbindelse med lineopdrættede muslinger kan søstjerner ligeledes være en tabsvoldende organisme. Her har søstjernerne dog kun to muligheder for at opnå adgang til muslingerne: når søstjernelarver settler på linerne eller når linerne er i kontakt med fjordbunden i forbindelse med f.eks. fjernelse af uønsket påslag ved hjælp af de naturligt forekommende krabber.

Projektet har især fokuseret på fiskeri af søstjerner som en uudnyttet ressource, og effekten af dette fiskeri i områder med kommerciel udnyttelse af muslinger. En væsentlig del af disse undersøgelser har været at dokumentere det benyttede søstjernevod med hensyn til virkemåde og effekt på omgivelserne. Dokumentation er dels sket ved videooptagelser under forsøgsfiskeri og dels dykkerundersøgelser af de befiskede områder. Dertil er der udført to omgange forsøgsfiskeri med monitorering af søstjernebestanden i det befiskede område.

Endvidere er der foretaget undersøgelser med det formål at belyse anvendelsesmulighederne for de fiskede søstjerner. En væsentlig del af disse undersøgelser har været en detaljeret analyse af søstjernernes kemiske sammensætning på forskellige årstider. På baggrund af de fremkomne analyseresultater, har tre potentielle aftagere af søstjerner eller søstjerneprodukter givet en vurdering af søstjernernes anvendelighed i netop deres produktion. Der er gennemført en konkret afprøvning af søstjernemel som foderråvare til økologiske æglæggende høns. Afprøvningen viste, at hønsene accepterede melet som foder, og der blev ikke konstateret nogen afsmag i æggene.

En mindre del af projektet har omhandlet metoder til at friholde lineopdræt for søstjerner, og her er der blevet fokuseret på afprøvning af undersøiske barrierer, som skal hindre søstjerner i at vandre ind i området. Ingen af de afprøvede barrierer formåede at holde søstjernerne ude, og der viste sig særligt at være problemer når der samtidigt forekom krabber i området. Disse gravede sig under barriererne og efterlod derved huller, som søstjernerne efterfølgende benyttede til passage af barriererne.

2 English summary

The project called "Biofouling and predators on shellfish, part 1: Starfish" has aimed at gathering and producing knowledge that can contribute to the understanding of a number of aspects regarding the utilization of starfish as a fisheries resource and the management of starfish as a predator on mussels.

Starfish are probably the single most significant predator of mussels living on the seabed in e.g. relaying areas, natural mussel beds or in bottom cultures. In such areas starfish can cause significant decreases in the number of live mussels.

Starfish can also cause losses in mussel rope cultures. However, the starfish have only got two possible ways to get to the mussels on the hanging ropes: Starfish larvae settling on the ropes or climbing on to the ropes when they are lowered into contact with the bottom. The latter is practised when the grower wants to remove a second set of mussel larvae by allowing naturally occurring crabs to climb onto the ropes.

The project has focused on the fishing of starfish as they are an unexploited resource, and the effects of such fishery in areas with commercial exploitation of mussels. A major part of the project has pertained to documentation of the modern starfish beam trawl with respect to its method of action, its effect and environmental impact on the seabed. The documentation has been produced by videorecordings of the trawl while fishing and divers observations in the areas subjected to fishing. Furthermore two areas has been subjected to experimental fishing of starfish with "before and after"-monitoring of the starfish biomass.

Investigations has been made into the potential uses for starfish. A significant part of these investigations has been detailed chemical analysis of starfish at different times of the year.

A minor part of the project has dealt with methods for preventing starfish invasions on rope cultures. Focus has been on testing seabed fencing that will stop starfish migration into the area.

Inquiries regarding this report can be made to:

Danish Shellfish Center
Oeroddevej 80
DK-7900 Nykøbing Mors
Denmark

Ph.: +45 96 69 02 83
Fax.: +45 96 69 02 84

www.skaldyrcenter.dk

3 Introduktion

En række organismer, der i sig selv er bevaringsværdige eller er en del af en alsidig og bevaringsværdig natur, kan i forbindelse med produktion af blåmuslinger og østers udgøre en produktionsbegrænsning. Egentlige prædatorer er af indlysende grunde i stand til at udgøre en begrænsning, fordi de fouragerer på muslingerne.

I de indre danske farvande er der til dato kun konstateret meget begrænsede produktionstab som følge af prædation fra fugle som strandskade, edderfugl og andre dykænder. Derimod opleves der i forbindelse med både opdræt og fiskeri problemer med meget store forekomster af søstjerner (*Asterias rubens*). Ved opdræt på liner er der to typer problemer med søstjerner. Det ene problem opstår ved nedslag i forsommeren af nye søstjerner, som sætter sig på yngelopsamlerne og forårsager stor skade på rekrutteringen af blåmuslinger. Det andet problem opstår ved frivillig eller ufrivillig bundkontakt af strømper og bændler. På dette tidspunkt får voksne søstjerner adgang til opdrætsmedierne og vil begynde at fortære muslingerne.

I muslingefiskeriet, og særligt i forbindelse med genudlægning og omplantning af bundmuslinger fra den etablerede muslingeindustri, opfattes søstjerner som et meget stort problem.

Det er flere gange observeret, at søstjerner i betydeligt omfang kan reducere muslingebestande. I forbindelse med et omplantningsforsøg i Nissum Bredning fjernede en bestand af søstjerner således 72,7 t blåmuslinger i løbet af en periode på ca. 7 måneder (Kristensen, 1993). Engelske undersøgelser (Dare, 1982) har vist, at søstjernerne i visse perioder kan danne sværme på op til 300-400 søstjerner pr. m². Sværmene vandrer hen over en muslingebanke og efterlader kun tomme skaller.

Søstjerner har gennem århundreder været kendt som et markant indslag i den marine fauna i alle verdens have og fjorde. Søstjerner har været underkastet en lang række videnskabelige undersøgelser, og de fleste arters biologi og levevis er velbeskrevet. Bortset fra en undersøgelse fra 1996, der estimerede bestanden af søstjerner i den centrale del af Limfjorden til at være på 10.000 tons, er søstjernernes forekomst og udbredelse i danske farvande dårligt belyst. Der er desuden generelt ringe viden om søstjernerens betydning for muslingebestande.

I Limfjorden er der gennem de senere år gjort en række observationer, som kan indikere tiltagende mængder af søstjerner. Søstjernernes tilsyneladende fremgang er af en sådan karakter, at det frygtes, at de kan være en medvirkende årsag til den konstaterede nedgang i bestanden af blåmuslinger indenfor det seneste årti. Udover den formodede generelle tilvækst i søstjernebestanden ses i visse områder af fjorden en iøjnefaldende lokal fremgang i søstjernebestanden. En medvirkende årsag hertil kan være den omplantning og genudlægning af små blåmuslinger, som finder sted. De muslinger, der tilføres ved omplantningen eller genudlægningen,

kan tænkes at udgøre et fødetilskud til søstjernebestande, som ellers ville være fødebegrænsede. Mængden af søstjerner, som indfinder sig på banker af genudlagte muslinger, har i flere tilfælde været så voldsom, at det har givet flere fiskere indtrykket af, at de med omplantningen eller genudlægningen i virkeligheden udfører søstjernefodring.

Søstjerner har på verdensplan kun i mindre omfang været udnyttet kommercielt til produktion af bl.a. fiskemel og er oftest blevet opgivet igen, da der har været andre og nemmere tilgængelige ressourcer til rådighed. I takt med at havets øvrige ressourcer er blevet knappe, bliver der imidlertid mere fokus på de ressourcer, som er uudnyttede. Søstjerner udgør en sådan ressource, hvis anvendelse ikke nødvendigvis er begrænset til fiskemel. En skadevolder som søstjernen kan dermed potentielt blive en ressource, der kan udnyttes kommercielt.

3.1 Projektets målsætninger

Søstjerneprojektet havde til formål at afprøve, dokumentere og eventuelt udvikle metoder, der kan bruges til at imødegå de begrænsninger af produktion af blåmuslinger, som bliver forvoldt af søstjerner.

Projektet var opdelt i 2 arbejdsplaner

1. Arbejdsplan 1: Prædatorer - søstjerner

- a. Screening for metoder til fiskeri, afvisning og anvendelse af søstjerner og undersøgelse af forekomst i Limfjorden
- b. Afprøvning af redskaber og metoder til fiskeri eller afvisning af søstjerner
- c. Forsøgsfiskeri efter søstjerner på bundmuslinger og afvisning af søstjerner på og ved opdrætsanlæg
- d. Analyse af sammensætning af søstjerner og vurdering af anvendelsesmuligheder
- e. Forsøg med oparbejdning og anvendelse af søstjerner

2. Arbejdsplan 2: Afrapportering, formidling og administration

- a. Status- og slutrapportering
- b. Faglig koordinering og følgegruppe

Herunder ses en opsummering af projektets forventede resultater oplistet som delmål for de enkelte arbejdsplaner:

Arbejds- pakke	Mål/forventet resultat	Perspektivering	Afrapporteret i
1A	Katalog over metoder til fiskeri, afvisning og anvendelse af søstjerner.	Kataloget vil give myndigheder og andre beslutningstagere en detaljeret indføring i de eksisterende metoder til fiskeri, afvisning og anvendelse af søstjerner. Dette vil bidrage til at beslutninger vedrørende fiskeri, afvisning og anvendelse af søstjerner kan træffes på det bedst mulige grundlag.	Kapitel 5 Kapitel 6
	Kortlægning af søstjernernes forekomst og bestandsudvikling i Limfjorden.	Kortlægningen af søstjernernes udbredelse og bestandsudvikling vil kunne danne grundlag for at myndighederne kan tilrettelægge en målrettet og bæredygtig forvaltning af søstjernebestanden.	Kapitel 7
1B	Sammenligning af de afprøvede metoder til fiskeri af søstjerner	Sammenligningen vil tilvejebringe viden om de enkelte redskabers effektivitet, skånsomhed og håndtering. Denne viden vil gøre det muligt at udvælge den mest optimale metode. Endvidere vil myndigheder og andre beslutningstagere blive i stand til at træffe kvalificerede beslutninger om eventuelle begrænsninger i brugen af mindre egnede metoder til fiskeri, afvisning eller anvendelse af søstjerner.	Kapitel 8 Kapitel 9 Kapitel 11
1C	Vurdering af perspektiverne i at udføre en målrettet befiskning af søstjerner, herunder kvantificering af betydning for produktionen af blåmuslinger	Både myndigheder og muslingeerhvervets udøvere vil have behov for at foretage en samlet afvejning af de økonomiske, biologiske og miljømæssige fordele og ulemper i forbindelse med fiskeri, afvisning og anvendelse af søstjerner. Denne arbejdsplan vil give dem en række af de informationer, der er nødvendige for at kunne foretage en sådan afvejning.	Kapitel 10 Kapitel 11

Arbejds-pakke	Mål/forventet resultat	Perspektivering	Afrapporteret i
1D	Vurdering af perspektiverne i anvendelse af søstjerner som råvare i foderfremstilling	Vurderingen vil identificere de kritiske områder, der måtte kræve yderligere fokus, før søstjerner kan anvendes som råvare i foderfremstilling. Vurderingen vil blive foretaget for de enkelte anvendelsesområder, og dette vil muliggøre en udvælgelse af det mest lovende område.	Kapitel 13
1E	Opsummering med efterfølgende praktisk afprøvning af udvalgt anvendelsesområde	Et anvendelsesområde udvælges til konkret afprøvning. Denne afprøvning skal identificere eventuelle praktiske hindringer for udnyttelse af søstjerner, og forsøge at finde løsninger derpå. Dette skal sikre at der er størst mulig sandsynlighed for at projektets resultater finder konkret anvendelse, og ikke bliver standset af relativt små tekniske problemer.	Kapitel 14
2A	Samlet afrapportering og perspektivering, herunder angivelse af fremtidens muligheder og problemstillinger identificeret i projektet	Den samlede rapport vil formidle alle resultater til de potentielle interessenter: Myndigheder, muslingeerhvervets udøvere, råvareopkøbere i foderindustrien. Desuden skal rapporten sikre at projektets resultater er frit tilgængelige for en eventuel fremtidig forsknings- og udviklingsindsats på området.	Denne rapport i sin helhed.
	Afholdelse af koordinations- og følgegruppemøder	Koordinations- og følgegruppemøder vil medvirke til at projektet får størst muligt udbytte af det store tværfaglige potentiale, der ligger i de personer og institutioner, der eksisterer indenfor fagområdet.	Ikke afrapporteret skriftligt i denne rapport

Figur 3.1, denne og modstående side: De forventede resultater af projektets arbejdspakker.

3.2 Terminologi

I denne rapport er anvendt en række udtryk, som i visse tilfælde kan kræve nærmere præcisering.

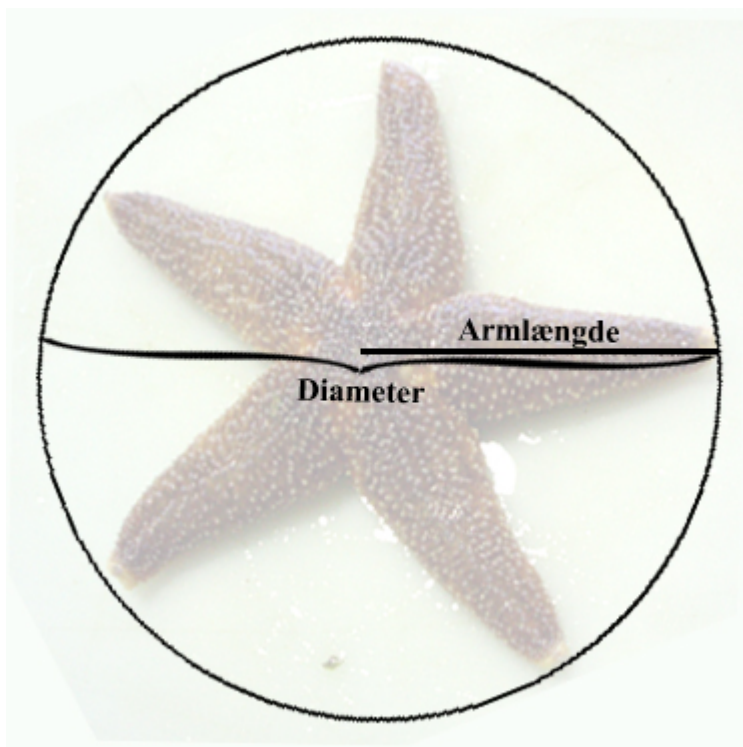
Særligt skal det præciseres, at udtrykket søstjernevod og søstjernetrawl er synonyme for det samme redskab, og derfor anvendes begge udtryk vilkårligt.

En række andre udtryk, som vedrører søstjernevoddet, fremgår af figur 8.5.

Størrelsen af søstjerner angives som længden af en, for det pågældende individ, repræsentativ arm. Målingen foretages fra midten af centralskiven til spidsen af den udvalgte arm.

I andre sammenhænge anvendes størrelsesmålet "søstjernens diameter". Dette mål opnås ved at måle en armlængde på samme måde som ovenfor beskrevet, og efterfølgende at multiplicere resultatet med 2. Derved fås et udtryk for diameteren af den cirkel, som vil kunne omgive søstjernen, så spidserne af dens arme lige akkurat berører cirklen.

De to størrelsesmål er anskueliggjort i nedenstående figur 3.2.



Figur 3.2 Billede af søstjerne med angivelse af de to størrelsesmål "armlængde" og "diameter". Førstnævnte mål anvendes i denne rapport. Sidstnævnte mål kan påtræffes i anden litteratur.

4 Søstjernens biologi og levevis

Asterias rubens tilhører rækken Echinodermata (Pighuder), der er en specialiseret samling af invertebrater med flere unikke egenskaber. Til rækken hører søliljer, søstjerner, slangestjerner, søpølser og søpindsvin. Det er en stor gruppe med i alt over 6000 arter, som alle er marine.

Asterias rubens har en flad krop som er radiært symmetrisk med 5 ugrene, relativt tykke, jævnt tilspidsede arme, som går ud fra en middelstor central skive. Hver arm har en central række med hvide pigge. På spidsen af armene findes der et synsorgan. Munden sidder midt på undersiden, mens gattet er nær midten af oversiden ligesom kønsåbningerne. Maven sidder i den centrale skive, mens fordøjelsessystem og gonader ligger inde i hver af de 5 arme. Fordøjelsessystemet ligger nær oversiden, med gonaderne liggende underneden. I kropsvæggen findes der forkalkninger, et indre skelet, der består af fleksible kalkplader, som gør det muligt for søstjernen at bevæge sig. Forkalkningerne kan som oftest ses og mærkes som spidse kalkpigge. Søstjerner har et særligt vandkanalsystem, et netværk af vandfyldte kanaler (hydraulisk system), der munder ud i talrige sugefødder (se figur 4.1).



Figur 4.1: **T.v.:** Arm af søstjerne med udstrakte sugefødder. **T.h.:** Skal fra musling, som er blevet spist af søstjerne. Bemærk at skallerne er fuldstændigt rensede for muskelfæster og andre stærkt fasthæftede bløddele.

Sugefødderne er meget bevægelige. Søstjerner bevæger sig ved at strække sugefødderne ud og fæstne sig til underlaget, hvorefter dyret trækker sig frem. Søstjerner kan bevæge sig i alle retninger. Sugefødderne bliver desuden anvendt til andet end bevægelse og fasthæftelse såsom fødeoptag og gæller til iltoptagelse. Langs sugefødderne er der en fødekanal, der sørger for at maden bliver transporteret op til munden.

Asterias rubens er et bundlevende dyr, men har et planktonisk larvestadie. Farven på den almindelige søstjerne varierer meget, på oversiden fra mørk violet, mørkeblå, rødbrun til rødlig-orange, på undersiden betydeligt lysere (se figur 4.2 og 4.4). Individuer på dybere vand er oftest blege i farverne.



Figur 4.2: Farvevariation hos søstjerner.

Regenereringsevnen hos søstjerner er meget stor. Ved en eventuel skade eller ved ugunstige miljøforhold, kan de afsnøre en eller flere arme. Dette bruges også som en forsvarsmekanisme. Ved angreb afsnøres armen ved grunden hvorved søstjernen kan redde livet. Det er tilstrækkeligt, at centralskiven er intakt for at armene vokser ud igen (se figur 4.3). Søstjerner som *Asterias rubens* kan i varierende grad klare, at der passerer et bundtrawl hen over dem. Takket være deres gode regenereringsevne har de en lav dødelighed. Mængden af søstjerner med regenererende arme eller manglende arme i et område, kan bruges som biologisk indikator på kortvarige (1-2 år) fysiske forstyrrelser ved bundtrawlsfiskeri (Kaiser, 1996).



Figur 4.3: Søstjerne med arme under regeneration.

4.1 Udbredelse og levevis

Asterias rubens er den mest almindelige søstjerne i Limfjorden og findes i alle indre danske farvande helt ind til Bornholm. Generelt er det den mest almindelige søstjerne i hele den Nordøstatlantiske region, fra den arktiske del af Norge langs den atlantiske kyst til Senegal. *Asterias rubens* findes også lejlighedsvis i Middelhavet.

Asterias rubens er vidt udbredt på alle bundtyper og lever primært fra tidevandszonen og ned til ca. 200 meters dybde. Den tåler brakvand bedre end nogen anden pighud.

Søstjerner lever solitært, men findes ofte sammen med andre søstjerner, hvor fødegrundlaget er godt, såsom på muslingebanker. Afrapporterede mængder varierer meget og bundforholdene er af afgørende betydning. Således er der observeret fra 2-31 *A. rubens* pr. m² på fint sand til 324-809 eksemplarer på algetæpper (Anger *et al.*, 1977).

Asterias rubens menes at have en levetid på omkring 7-8 år (Schäfer, 1972; Guillou, 1983).

Størrelsen varierer meget, da den afhænger af næringsmængden. *Asterias rubens* kan i danske farvande blive op til ca. 40 cm i diameter, men mest almindeligt er det, at se individer mellem 10-30 cm i diameter. De største individer findes på dybt vand. Der er i udlandet fundet eksemplarer på helt op til 52 cm i diameter.

Da størrelsen varierer meget afhængig af fødetilgængeligheden, er størrelsen ikke nødvendigvis en god indikator på alderen af søstjernen. Forskelligheden i vækstraterne gør det endvidere svært at undersøge populationsdynamikken for arten, da individer ikke kan aldersbestemmes ud fra vækstringe og lignende (Barker og Nichols, 1983). I litteraturen er der stor spredning på de observerede vækstrater for *A. rubens*, og dette gælder ikke mindst i de første leveår. Søstjernerne vokser i gennemsnit mellem 0,2-1 cm om måneden (Orton og Frazer, 1930; Vevers, 1949) med den største væksthastighed året efter bundslåning (Nichols & Barker, 1984). Under meget dårlige levevilkår er der direkte observeret et fald i størrelsen af den enkelte søstjerne (Hancock, 1958 og Vevers, 1949).

Arten gyder et stort antal pelagiske æg, som klækkes til larver om sommeren. Larverne kan i gydetiden totalt dominere dyreplanktonet, og efter en række larvestadier vil de bundslå og optage de voksnes levevis. Hvis næringstilgangen er god, vil de allerede efter et år blive kønsmodne, ellers vil dette normalt ske i det andet leveår, hvor søstjernen er vokset til en størrelse på omkring 5 cm i diameter.

Store samlinger af *A. rubens*, som optræder i en stærkt klumpet fordeling, har været svære at forklare, men et sammenspil mellem roligt vejr, gode temperatur- og fødebetingelser, har muligvis bevirket de til tider talrige mængder. Fænomenet

i sig selv vil være en funktion af god larverekruttering, men de spredte samlinger indikerer samtidig, at der er behov for flere miljømæssige variable, der over tid spiller sammen, før en stor samling kan opstå. I tillæg kan en god muslingerekruttering være meget væsentlig, da der skal være rigeligt med føde i området (Sloan, 1980).

Nogle arter af den bentiske fauna har udviklet flugtmekanismer, når der er søstjerner til stede. Dværgkonk (*Hinia reticulata*) og pigget hjertemusling (*Acanthocardia echinata*) har udviklet en flugtreaktion mod søstjernen. Når de får en overfladisk berøring af en arm vil de udføre hurtige spring og derved undgå at blive ædt. Kammuslinger vil ligeledes svømme væk ved at klappe skallerne kraftigt sammen. Andre arter såsom almindelig konk (*Buccinum undatum*) reagerer på et saponin, der udskilles fra kropsoverfladen på *A. rubens* (Mackie *et al.*, 1968).

Detaljerede undersøgelser har vist at *A. rubens* har en veludviklet lugte- og stimuleringssans, med særlige præferencer (Castilla og Crisp, 1970, 1973; Castilla, 1972). *Asterias rubens* har eksempelvis positive rheotaxi (respons i forhold til stimuli fra vandstrømning) hvilket jo er nyttigt, da disse vil være kraftigere jo tættere en søstjerne er på et bytte der ernærer sig vha. filtration såsom blåmuslingen (*Mytilus edulis*) (Castilla, 1972). Ligeledes kan søstjerner fornemme, når en fjende, eksempelvis en søsol, nærmer sig (Castilla, 1972b).

Asterias rubens er særkønnede, men der er ingen ydre visuel forskel på han og hun. Hunnen producerer små æg, der bliver gydt 1 gang årligt i havet. Befrugtningen af æggene sker i vandet, hvor også hannerne gyder deres kønsprodukter. De befrugtede æg udvikler sig til planktoniske larver. Reproduktionspotentialt er stort, hver hun kan gyde over 1.000.000 æg. Fish og Fish (1996) fandt, at en hun på 14 cm kunne gyde 2,5 millioner æg i løbet af en sæson. Det er dog vigtigt, at der er et godt fødegrundlag i løbet af sommeren før gydning, da opbygning af næring er afgørende for, hvor stor fekunditet dyret har (Jangoux og van Impe, 1977; Oudejans *et al.*, 1979). Spredningspotentialt er endvidere stort, da larver kan findes over 10 kilometer fra gydningssområdet. Larverne er først klar til at bundslå efter omkring 87 dage, og i laboratorier er det muligt at holde larver i den planktoniske fase i over 100 dage, uden at de mister evnen til bundslå og gennemføre en komplet metamorfose (Barker og Nichols, 1983).

4.2 Fødevalg

Asterias rubens lever af et stort udvalg af levende organismer, såsom polychaeter, små krebsdyr, andre pighuder og muslinger. I Limfjorden er blåmuslinger uden tvivl dens hovedfødeemne. Muslingerne åbnes ved hjælp af et sejt og kraftigt træk med sugefødderne, mens søstjernen står på armspidserne i en karakteristisk stilling. Når muslingen bliver tilstrækkeligt udmattet, og skallerne åbnes blot en lille smule (<0.1 mm), krænger søstjernen sin mavesæk ud (se figur 4.4) og fører den ind i muslingen. Herefter udskiller den mavesaft, som nedbryder byttet, hvorefter dette opsuges. Søstjernen tager desuden også ådsler og spiser sågar andre artsfæller, hvis anden føde ikke kan skaffes.



Figur 4.4: Søstjerne set fra undersiden med maven delvist krænget ud på søstjernens midte.

Undersøgelser i Limfjorden har vist, at søstjernerne æder de største blåmuslinger, men at muslingerne i et vist omfang kan forsvare sig mod angreb, bl.a. gennem forøget produktion af byssus. Ved tilstedeværelse af søstjerner lukker muslingerne sig, og dermed stopper fødeoptagelsen, og muslingernes vækst reduceres.

Asterias rubens betragtes som en negativ økonomisk art, da den er en grådig konsument af salgbare blåmuslinger. Ved høje tætheder kan søstjerner være et alvorligt problem for muslingebestanden. Dare (1982) fandt meget store mængder af *A. rubens* dækkende et areal på 2,5 ha. Ved det maksimale antal af søstjerner, blev det estimeret, at der var over 2.400.000 individer med et gennemsnit på 300-400 søstjerner pr. m² med en armradius på 6 cm. Søstjernerne fjernede fuldstændig de 3500-4000 tons muslinger, der var i området i løbet af 3 måneder (juni-august). Store tab er ligeledes observeret i Limfjorden. Tabene ses tydeligt ved eksempelvis opdrætsanlæg, hvor linerne med muslinger har været nede og røre bunden. *Asterias rubens* har tidligere været fisket kommercielt, hvor den blev brugt som gødning (Mortensen, 1927; Schäfer, 1972).

Almindelig søstjerne kan forvolde skade på garnfanget fisk og på muslingebanker og bliver selv spist af en række prædatorer, som for eksempel krabber og søsole, og kan lejlighedsvist også tages af fisk, edderfugle og måger.



Figur 4.5: Muslingerne på bunden er i fare for at blive angrebet af søstjerner. På billedet ses allerede flere tomme skaller.

4.3 Rognsætning

Søstjernernes indhold af rogn er formentlig den faktor, som kan have den allerstørste indflydelse på søstjernernes kemiske sammensætning. For at belyse årstidsvariationen i rognindholdet i søstjernerne er der foretaget løbende vurderinger af rognindholdet.

4.3.1 Materialer og metoder

Ved givne lejligheder er der indsamlet søstjerner til bedømmelse af rognindhold. Forud for bedømmelsen blev søstjernen klippet op, og overdelen af huden på en af søstjernens arme blev fjernet. Derved bliver rognækkene synlige med undersiden af søstjernens arm som baggrund. Søstjernens arm med rognækkene blev fotograferet på et underlag med en påtrykt inddeling i felter på 1x1 cm. Derved kan den enkelte søstjernes størrelse bedømmes ud fra billederne.

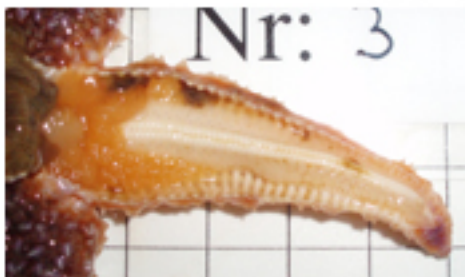
4.3.2 Resultater

Udvalgte billeder, som er repræsentative for den observerede variation i rognindhold, kan ses i de følgende figurer 4.6 og 4.7. I de måneder, hvor der ikke er observeret rogn, eller ikke nogen nævneværdig variation i mængden af rogn, er der et billede for den pågældende måned. For de øvrige måneder er der to billeder, der repræsenterer henholdsvis den største og den mindste rognmængde, som er observeret.

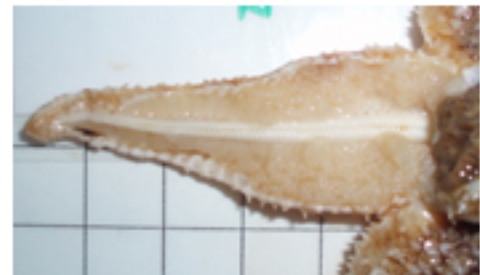
November 2006



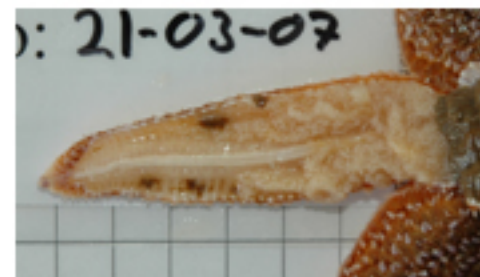
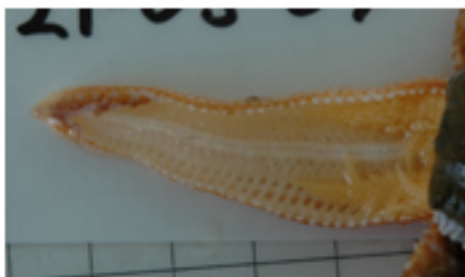
Januar 2007



Februar 2007

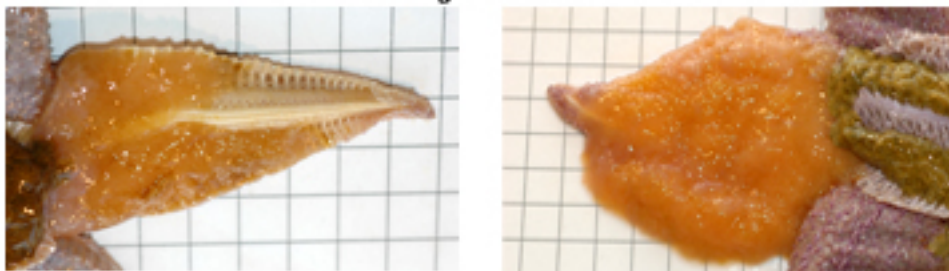


Marts 2007



Figur 4.6: Observeret rognindhold i månederne november 2006 til marts 2007. Bemærk at målefelterne på underlaget på billedet fra november 2006 er 0,5x0,5 cm, hvor de øvrige er 1x1 cm.

Maj 2007



Juni 2007



Juli 2007



August 2007



Figur 4.7: Observeret rognindhold i månederne maj 2007 til august 2007. Bemærk at målefelterne på underlaget er 1x1 cm.

4.3.3 Diskussion

Søstjernernes rogn sætning kan være af betydning for, hvornår det er mest attraktivt at fiske dem med henblik på at få den mest værdifulde råvare. Når søstjernerne er fulde af rogn, er den relative andel af kalk og brusk lignende strukturer mindst. I nærværende undersøgelse er rogn sætning fundet første gang i

november, men uden prøver i september og oktober er det uvist, om rogn sætningen starter tidligere. Rogn sætningen slutter med den største rognmængde i maj måned. Dette stemmer overens med det forventede, men der er dog stor variation i rognindholdet i de forskellige individer i f.eks. maj måned. Den ene af de afbildede søstjerner har så lille en rognmængde på et så tidligt udviklingsstadium, at den ikke kan forventes at komme til gydning før senere på sommeren.

4.3.4 Konklusion

Rogn sætningen påbegyndes i det sene efterår og konstateres i denne undersøgelse første gang i november måned. Rogn sætningen kulminerer i denne undersøgelse i maj måned, hvor en stor del af søstjerneerne indeholder en meget stor andel af rogn.

5 Søstjernefiskeri i Danmark

Efter Anden Verdenskrig påbegyndtes et fiskeri efter søstjerner i Limfjorden. Fiskeriet blev udført i vinterhalvåret, når der ikke var andre mere attraktive fiskemuligheder.

Fiskeriet efter søstjerner ophørte i 1987. Der er i forbindelse med dette projekt mødt en række forslag til, hvad der var årsagen til, at fiskeriet ophørte:

- Et fald i interessen for at anvende søstjernemelet som råvare, da moderne foderblandinger skal ligge højt i proteinindhold. Fiskeriet stoppede således, da der ikke længere kunne opnås acceptable priser for landingerne.
- Et forbud mod at anvende søstjerner til dyrefoder. Dette forbud er ikke blevet nærmere identificeret, og det formodes, at der kan være tale om en forveksling med det senere nedsatte forbud mod at anvende animalsk protein til drøvtyggere.
- Landingerne af søstjerner indeholdt, udover søstjerner, store mængder fremmedlegemer som f.eks. store sten, cykestel og lignende. Fiskemelsfabrikkerne ønskede derfor ikke længere at løbe risikoen for at ødelægge deres maskiner ved at køre søstjerner.

5.1 Anvendelse af søstjerner i Danmark

Søstjernerne blev landet til lokale fiskemelsfabrikker. I begyndelsen skete landingerne til fabrikker i Amtoft, Hvalpsund og Oddesund. Fiskemelsfabrikken i Amtoft opererede i årene 1959 til 1980 (Jakobsen 2000). Også andre af de danske fiskemelsfabrikker, som f.eks. Hanstholm, har aflaget søstjerner fra Limfjorden.

Melet havde på grund af det høje kalkindhold et forholdsvis lavt proteinindhold i forhold til f.eks. fiskemel. Søstjernemelet kunne derfor anvendes til at sænke proteinindholdet i råvarer som f.eks. fiskemel, inden det blev afsat til anvendelse i foderblandinger.

De søstjerner, som blev fisket i Limfjorden, blev primært eksporteret til Vesttyskland som mel, hvor det blev anvendt som indblanding i fiskemel og anvendt til fjerkræfoder (Sloan, 1984)

Søstjernernes evner som rengøringsmiddel er kendt af mange fiskere. Flere beskriver, at aluminiumsgenstande ombord på fiskefartøjerne bliver rensede for korrosion og fremstår som nye, hvis de er i berøring med søstjerner i et døgn eller mere.

Sildefabrikker, som benytter pumper og rørsystemer til at transportere de fedtholdige fisk, har i visse tilfælde benyttet en portion søstjerner som

rengøringsmiddel. Efter søstjernemassens passage af rørsystemerne er disse rensset helt rene for fedtaflejringer fra sildene (Gunnar Jacobsen, pers. comm.).

Der eksisterer enkelte vidnesbyrd om, at det har været forsøgt at udtage rogn fra danske søstjerner til eksport til bl.a. Japan. Det har ikke været muligt at finde egentlig dokumentation for, at det har fundet sted i Danmark, men det har tidligere været gjort i Canada (John McLeod, pers. comm.).

Søstjerner har endvidere været anvendt som jordforbedringsmiddel, og har været anvendt som sådan med gode resultater i USA under Anden Verdenskrig (Gibbs, 1945).

6 Metoder til fiskeri eller afvisning af søstjerner

Søstjerner har alle dage været uønskede i forbindelse med opdræt af skaldyr. Der har derfor gennem tiden været gjort en række forsøg på at udvikle redskaber, som effektivt kan fiske søstjernebakterierne op i de områder, hvor der produceres skaldyr.

Formålet med projektets arbejdsplan 1A var at etablere et overblik over eksisterende metoder til fiskeri, afvisning eller anvendelse af søstjerner. Screeningen skal omfatte allerede anvendte metoder såvel som eksperimentelle metoder, som er afprøvet, men endnu ikke har fundet kommerciel anvendelse.

Det søges at indsamle den viden, som stadig måtte findes fra tidligere tiders danske søstjernefiskeri, men der tages også kontakt til udenlandske skaldyrproduktionsområder, som har nyere erfaringer med befiskning, afvisning og anvendelse af søstjerner.

Endvidere blev der foretaget en analyse af udviklingen af søstjernebestanden i Limfjorden. Analysen blev foretaget på grundlag af allerede eksisterende, men endnu ikke oparbejdede, data fra Danmarks Fiskeriundersøgelser bestandsovervågningstogter i Limfjorden.

Fra Anden verdenskrig og frem til 1987 foregik der i perioder et betydeligt fiskeri efter søstjerner i Limfjorden. Fiskeriet foregik til dels i perioder, hvor der ikke var andet at fange, men søstjerner blev til en vis grad betragtet som en fiskeriressource på lige fod med øvrige fiske- og skaldyrressourcer. Derudover er der foretaget fiskeri af søstjerner med henblik på at begrænse søstjernebestanden i de områder, hvor der var økonomiske interesser i en stor bestand af f.eks. østers.

I udlandet har der gennem en lang årrække foregået forskellige former for kommercielt opdræt af skaldyr i bundkulturer. I den forbindelse har der rutinemæssigt været foretaget opfiskning af søstjerner, og der har desuden været udført en lang række forsøg med forskellige former for fiskeri eller afvisning af søstjerner. Disse forsøg har fundet sted i regi af både opdrætterkredse og internationale forskningsinstitutioner.

I det følgende gennemgås en række af de metoder, som har fundet anvendelse til søstjernefiskeri et eller flere steder i verden.

6.1 Kalkning

I en række lande har der siden begyndelsen af 1900-tallet været anvendt kalkning af områder som ønskes friholdt for søstjerner. Kalken er, i pulver- eller granulær form, blevet udspreddt i områder med søstjerner.

Til formålet har været anvendt calciumoxid (CaO, Eng.: Quicklime), som reagerer stærkt basisk, og derfor omgående beskadiger søstjernebakteries ubeskyttede væv. Det

rapporteres generelt om at calciumoxid er uskadeligt for alle andre organismer såsom fisk, skaldyr, orme og øvrig bundfauna (Shumway, 1988). Enkelte vurderer at denne måde er meget kosteffektiv (Shumway, 1988), mens andre vurderer at metoden, udover at være generelt miljømæssigt uhensigtsmæssig, også er for kostbar at udføre (Presse, 2003).

6.2 Eksklusionshegn

I Norge er der flere virksomheder der producerer kammuslinger. Den sidste del af produktionen indebærer at kammuslingerne skal lægges ud på bunden, og nogle virksomhederne har derfor udviklet forskellige metoder til at beskytte de udlagte muslinger mod predatorer som krabber og søstjerner. En af disse metoder er at sætte hegn rundt om opvækstområderne.

Helland Skjell AS er kommet længst i udviklingen af et hegn til beskyttelse af deres produktion.

Hegnet består af 50 cm høje aluminiumsplader, som er støbt ned i beton. Hegnet produceres i stykker af 1 meter som samles på bunden af dykkere. For at undgå at krabber graver under hegnet er der udlagt et 1 meter bredt net under hegnet. Løsningen er vist sig meget effektiv med et tab på omkring 11 procent. Samtidig er holdbarheden og modstandskraft overfor havets påvirkninger god, men hegnet kræver eftersyn og rensning for at bevare effektiviteten.

Kvitsøy Edelskjell AS har lavet en lignende type hegn, men deres er lavet af kraftig presenningsstof. For at holde hegnet oprejst er der syet lodder af jernkæde i bunden (5,5 kg/m) og flydere i toppen og der er ligesom ved hegnet fra Helland Skjell syet et stykke net på, som lægges ud langs bunden for at forhindre krabber i at grave under hegnet. Der foreligger ikke nogen færdige resultater omkring overlevelse og holdbarhed, men de foreløbige erfaringer med systemet er lovende.

Begge typer er lavet af glatte materiale og virker derfor primært mod krabber. Søstjerner kan derimod godt forcere hegnene, men i modsætning til i Danmark beskriver begge de norske virksomheder ikke prædation fra søstjerner som et stort problem.

6.3 Passive redskaber

Der er gjort mange forsøg på at mindske antallet af søstjerner i mindre områder, hvor der foregår opdræt eller fiskeri af skaldyr. En af de metoder, der er forsøgt med, er udlægning af passive redskaber i form af fælder eller tejner. Generelt fanger tejner og fælder meget få søstjerner i forhold til den aktuelle bestandsstørrelse. De anvendes derfor primært til monitoringsformål eller til opfiskning af invasive arter i sårbare naturområder, hvor der ikke kan anvendes andre redskabstyper.

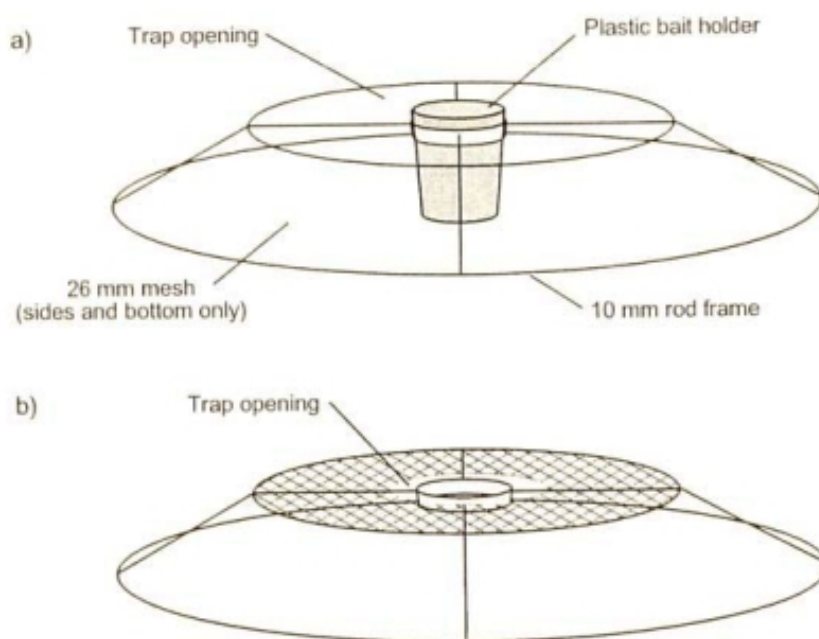
Der findes flere forskellige typer af tejner, lige fra modificerede udgaver af andre typer tejner (f.eks. krabbetejner) til regulære søstjernetejner, som er designet til formålet. Opbygningen og grundidéen for de forskellige typer er dog ofte meget ens og består typisk af et netbur med en åbning i siden eller på toppen og en beholder, der fyldes med fiskerester eller muslinger til at lokke søstjernerne ind i redskabet. Indgangsåbningerne kan være med eller uden en form for sikring, der skal gøre det sværere for søstjernerne at finde ud igen.

Forsøg med tejner er især udført udenfor Europa i f.eks. Australien og Canada, og har derfor fokuseret på andre arter end *A. rubens*. Selvom undersøgelserne typisk omhandler arten Northern Pacific Seastar (*Asterias amurensis*), vurderes det at, tejnerne kan anvendes til en række arter.

6.3.1 Whayman-Holdsworth fælde

I Australien er der lavet forsøg med Whayman-Holdsworth fælden, som er en kuppelformet fælde med en cirkelformet åbning på toppen (figur 6.1). Den er blevet produceret med forskellige størrelse netmasker på 26 og 65 mm, hvoraf fælder med de mindste masker har vist sig mest effektive (Martin, R in Goggin, C.L. 1998). Fælden har primært været brugt af australske forskere i forsøg på at fange Northern Pacific seastar.

Resultaterne fra forsøgene har været blandede. Et forsøg udført på Tasmanien i 1996 tydede på en god effektivitet med fangstrater på gennemsnitlig 74 søstjerner pr. fælde ved nedsenkning i 1-14 døgn (Andrews *et al.*, 1996). Et senere forsøg med samme fælde gav derimod ingen fangst af northern pacific seastar, selvom de var påvist i det område, hvor fælderne blev sat (Martin & Proctor, 2000). Til gengæld blev der fanget et stort antal søstjerner af andre arter, og forskerne pegede på, at dels adfærdsforskelle og dels det relative antal af de forskellige arter kunne have indflydelse på fangsterne. Samtidig påpegede de, at overskud af føde i området også vil sænke fangstraterne, da føden i fælderne vil være mindre attraktivt for søstjernerne.



Figur 6.1: Whayman-Holdsworth fælde (Illustration fra Barkhouse, 2007).

Whayman-Holdsworth fælden har også været brugt i en anden type eksperiment, hvor fælderne blev sat med korte mellemrum (2,5 meter) rundt om et område på 50 x 50 meter, der var blevet tømt for søstjerner. Samtidig blev der også sat fælder op inde i det tømte område. Resultaterne viste, at der allerede efter 2 døgn ikke var forskel i antallet af søstjerner, som blev fanget på kanten af området og inde i området. Fælderne forhindrede altså ikke søstjernerne i at geninvadere det tømte område (Andrews *et al.*, 1996).

6.3.2 Canadisk søstjernefælde

I Canada er der lavet forsøg med en anden type kuppelformet fælde (figur 6.2), som var rimelig effektiv med gennemsnitlige fangster på 30 søstjerner ved hver nedsenkning (Barkhouse, 2007).



Figur 6.2: Canadisk søstjernefælde. Illustration fra (Barkhouse, 2007).

6.3.3 Andre tejner

I Danmark har der ikke været forsøg med deciderede søstjernefælder, men i visse perioder bliver der observeret søstjerner i andre redskaber, som tejner og kasteruser. I andre fiskerier, som f.eks. norsk krabbefiskeri med tejner, fanges der ofte en betydelig bifangst af søstjerner (Torjan Bodvin, pers. komm.).

Når man ser samlet på forsøg og resultater med søstjernefælder tyder det på, at de er mest effektive i mindre områder med et forholdsvis stort antal søstjerner. I sådanne situationer kan fælder give et fornuftigt fangstresultat, men kræver samtidig mange resurser i form af mandskabstimer til transport til og fra fangstområde og udsætning og tømning samt vedligeholdelse af fælderne. Set ud fra et økonomisk perspektiv, kan det derfor i mange tilfælde blive for omkostningsfuldt at bruge fælder til fangst af søstjerner.

6.4 Aktive redskaber

Hvor de passive redskaber er begrænset til at fiske mindre mængder af søstjerner og må forlade sig på, at søstjernefrivilligt bevæger sig ind i redskaberne, er de aktive redskaber udviklet til aktivt at fiske større mængder søstjerner.

6.4.1 Søstjernemoppen

I Canada, USA, Holland og flere andre steder anvendes den såkaldte søstjernemoppe (eng.: starfish mop), som har været anvendt siden slutningen af 1800-tallet. Moppen består af en metalbom, som typisk er mellem to og fire meter bred. På bommen er der fastgjort et antal korte stykker af metalkæde. For enden af disse metalkæder er der fastgjort bløde bundter af bomuldsgarn. Bundterne er

typisk en til halvanden meter lange. (Mackenzie, 1996; Goggin, 1998). En bom på 2,5 meters bredde kan typisk bære 15 store bundter bomulds materiale. (McEnnulty et al., 2001).

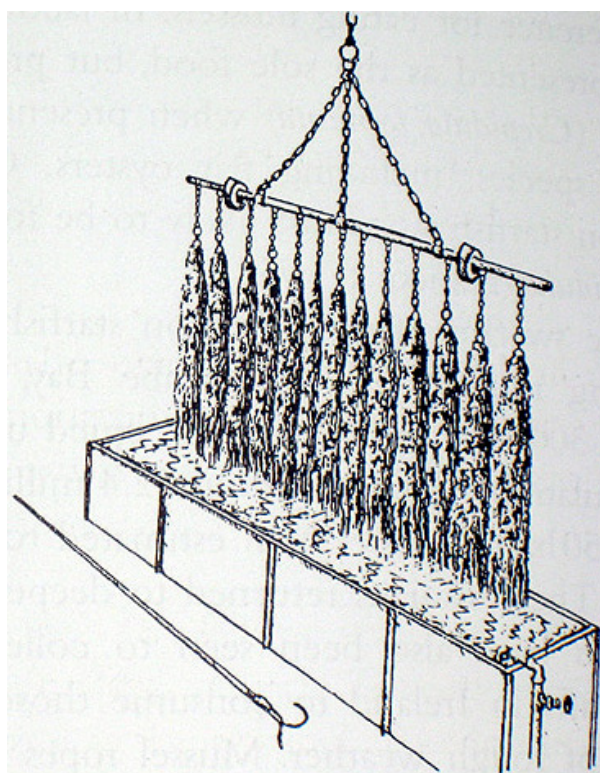
Moppen trækkes hen over bunden og virker ved, at søstjernerne sidder fast i den filtrede struktur. Efter en passende slæbelængde på typisk 15 minutter løftes moppen op af vandet, og søstjernerne fjernes fra moppen. Søstjernerne kan dels pilles ud af moppen ved håndkraft og bringes i land, men der findes også metoder, hvor hele eller dele af moppen nedsænkes i varmt eller ligefrem kogende vand, hvorved søstjernerne slås ihjel (NEFSC, 2000; Presse, 2003). Ved behandlingen med varmt vand bliver søstjernerne bløde, så de let falder ud af moppen ved egen kraft, når moppen sættes tilbage i vandet. På den måde undgås det omfattende manuelle arbejde med at fjerne søstjernerne fra moppen, men der opsamles derved ikke nogen søstjerner til landing.



Figur 6.3: Søstjernemoppe som den anvendes i Nordamerika og Canada (Foto: FAO).



Figur 6.4: Søstjernemoppe under praktisk fiskeri, 1941 (Foto: NEFSC).



Figur 6.5: Skitse af søstjernemoppe som dyppes i varmt vand med henblik på at dræbe de opsamlede søstjerner. Illustration fra Korringa, 1976.

I Frankrig er der udviklet en lignende teknik kaldet "Faubert". Den anvendes i Frankrig til fiskeri af både søstjerner og søpindsvin (Sloan, 1984). Den franske udgave af søstjernemoppen anvendes også i dele af Canada (Barkhouse, 2007). For denne metode er der rapporteret om fangsteffektiviteter på op til 90% af de

forekommende søstjerner ved en passage af redskabet (Borque, 2003). Bedømt på grundlag af det meget sparsomme billedmateriale, som har været til rådighed, har det ikke været muligt at påpege nogle forskelle i udformningen af det amerikanske moppesystem og det franske Faubert-system. Der er derfor nok tale om det samme system.

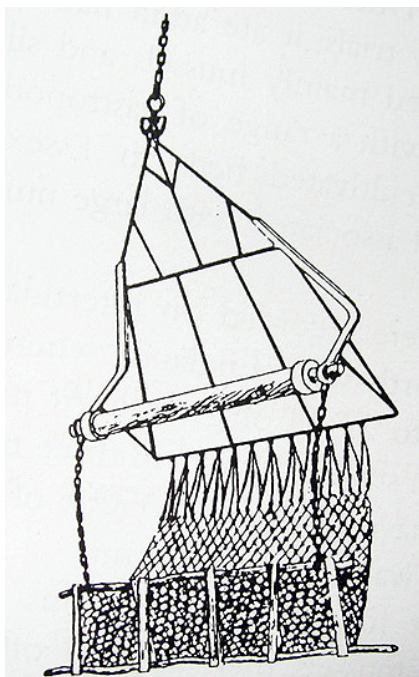
For moppeteknikken rapporteres om fangster på op til anslået 15.000 søstjerner pr. 20 minutters fiskeri med de største mopper med 19 bomuldsbundter (Barkhouse, 2007).

Mopperedskaberne er ikke særligt slidstærke, og det anføres at de enkelte mopper skal udskiftes for ca. hver tredje fiskedag, dog afhængigt af bundforholdene.

Søstjernemoppen angives at være meget selektiv og skånsom, og det blev derfor forsøgt at fremskaffe noget af det bomuldsmateriale, som anvendes til søstjernemoppen med henblik på at afprøve det i dette projekt. Det lod sig imidlertid ikke gøre at få materialet frem indenfor projektperioden. Selve bomuldsgarnet er en standardvare, men det var ikke muligt at få kontakt til en person med viden om, hvordan garnet monteres til en moppe.

6.4.2 Roller dredge

I Holland anvendes en type redskab, hvis aktive del er en trærulle, som kører henover bunden. Bag trærullen skabes et sug, hvorved søstjernerne løftes op i vandet. Umiddelbart bag rullen er der anbragt et net, som opsamler de søstjerner, der er løftet op i vandfasen. I figur 6.6. ses en skitse af dette redskab.



Figur 6.6: Skitse af hollandsk "roller dredge". Illustration fra Korringa, 1976.

6.4.3 Det gamle danske søstjernevod

I midten af 1900-tallet blev der i Danmark anvendt en tidlig version af søstjernevoddet. Denne version adskiller sig fra det moderne vod ved at have en kortere trawlpose end det moderne vod, som findes beskrevet i det følgende afsnit. Opbygningen af voddet er tilsvarende det moderne vod: bom, gravekæde(r), gummirub og trawlpose. Bunden i det gamle vods trawlpose er forstærket med et net fremstillet af tynde jernkæder. Maskerne i jernkædenettet var aflangt sekskantede og forholdsvis store omkring 8-10 cm i diameter. Undertællen var fremstillet af en dobbelt jernkæde (se figur 6.7).

Voddet fiskede effektivt søstjerner, men på grund af den lille trawlpose skulle hele redskabet bringes ombord, når det skulle tømmes. Videreudviklingen til det moderne vod bestod derfor i, at trawlposen blev skiftet ud med en længere, så det kun var nødvendigt at bringe posens bagende (løftet) ombord til tømning. På den måde kunne hovedparten af redskabet blive i vandet ved skibssiden.



Figur 6.7: Netpose fra det gamle danske søstjernevod, som lå til grund for videreudviklingen til det moderne søstjernevod. Nederst i billedet ses til venstre et nærbillede af undertællen og til højre et nærbillede af redskabets bund med kædenet på undersiden.

6.4.4 Det nye danske søstjernevod

Det nye søstjernevod er, som beskrevet i det foregående afsnit, en videreudvikling af det tidligere anvendte søstjernevod. Det moderne søstjernevod blev anvendt i kommercielt fiskeri op til 1987, hvor fiskeriet efter søstjerner ophørte. Siden den tid er der kun foretaget enkelte forsøgsfiskerier med redskabet. Det har i dette projekt været muligt at benytte fire søstjernevod, som har været opbevaret siden det kommercielle fiskeri ophørte. Voddet blev anvendt til forsøgsfiskeri i forbindelse med dette projekt, og det findes detaljeret beskrevet i afsnit 8.3.

6.5 Sammenfatning

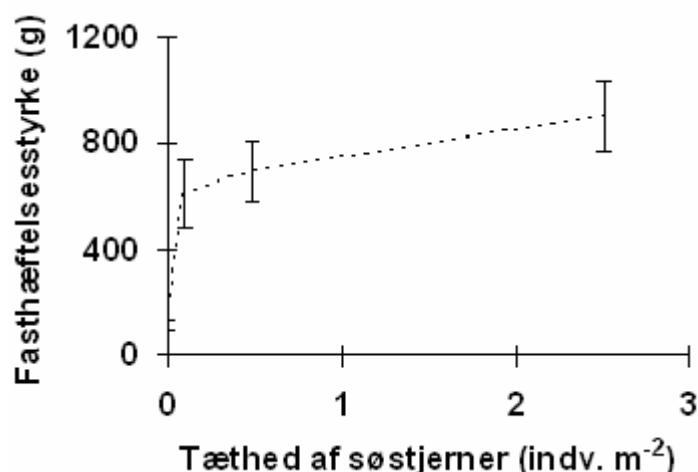
Dette moderne søstjernevod og moppeteknikken blev vurderet som de eneste realistiske bud på et moderne effektivt og skånsomt redskab. Det blev derfor forsøgt at fremskaffe begge redskaber til nærmere afprøvning i dette projekt, men det lod sig ikke gøre at få et stykke af søstjernemoppen skaffet til landet inden for projektperioden. Efter projektperiodens udløb vil der dog fortsat blive arbejdet på at fremskaffe en sådan moppe, så det kan være til rådighed for eventuelle fremtidige udviklingsarbejder omkring fiskeri af søstjerner i Danmark.

7 Bestandsstørrelser af søstjerner og indflydelse på muslingebestanden i Limfjorden

Eksperimenter på hård bund har vist, at søstjerner er i stand til at kontrollere udviklingen af marine samfund (Paine 1966, 1974, Menge et al. 1994, Navarette & Menge 1996). Søstjerner fungerer i forskellige hårbunds økosystemer som nøglearter, dvs arter der strukturerer artssammensætningen i en habitat. Et eksempel på denne funktion kan observeres i Østersøen. Her er blåmuslinger udbredt ned til 35-40 meters dybde i områder, hvor der ikke er søstjerner, hvorimod udbredelsen er betydeligt reduceret i de sydvestlige områder, hvor søstjernerne forekommer (Kautsky 1981, 1982).

Også på blød bund er der stærke koblinger mellem søstjerner og blåmuslinger. Blåmuslingen er en vigtig fødekilde for søstjerner og søstjernerne danner i sommerperioden tætte forekomster på muslingebanker (Spärck 1932, Rasmussen 1973, Sloan & Aldridge 1981, Dare 1982). Dare (1982) har beskrevet, hvorledes sværme af søstjerner vandrede hen over en muslingebanke i Morecambe Bay i England i tætheder på 300-400 søstjerner meter⁻². Søstjernerne bevægede sig 300 meter på to måneder og efterlod kun tomme skaller. Muslingebanker på hård bund er fasthæftet til substratet, hvorimod blåmuslinger på blød bund former en bank af gensidigt fasthæftede muslinger, der stabiliserer banken. Styrken af denne bank er afgørende for den enkelte muslings overlevelse og muslingebankens eksistens. Tidligere undersøgelser (Dolmer 1998) i Limfjorden har vist, at styrken af blåmuslingernes fasthæftelse øges markant, når der er søstjerner på banken (Fig. 7.1). Prædation af blåmuslinger fra muslingebanker på blød bund vil ikke kun reducere biomassen af blåmuslinger, men vil også bryde strukturen i muslingebanken.

Søstjerner skal bruge energi, når de skal åbne blåmuslinger for at spise dem. Det er derfor tidligere antaget (Penney og Griffiths 1984), at søstjerner vælger at åbne muslinger af mellemstørrelse. Energiudbyttet ved at indtage muslinger af denne størrelse er optimalt i forhold til det energiforbrug, der medgår til at åbne og fortære dem. Undersøgelser i Limfjorden har tidligere vist, at søstjerner med en armradius på 57-116 mm ikke præderede på små (9-16 mm) muslinger, når der var en kohorte af større (40-45 mm) muslinger tilstede. Indenfor kohorten af muslinger på 40-45 mm, var der ingen størrelsesselektion (Dolmer 1998). Dykkerundersøgelserne viste endvidere, at søstjerner primært æder blåmuslinger, men at hjertemusling og rurer også kan indgå i fødesammensætningen. Undersøgelser har vist, at blåmuslinger kan reducere prædation ved at udvikle kraftigere lukkemuskler (Freemann 2007).

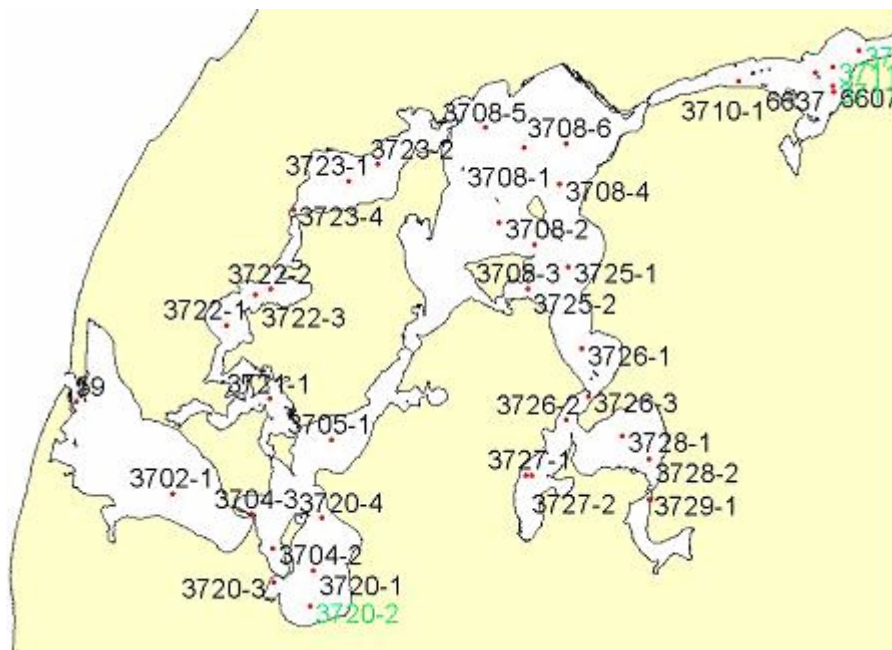


Figur 7.1: Feltundersøgelser af fasthæftelsesstyrken hos blåmuslinger som funktion af tilstedeværelsen af søstjerner (Fra Dolmer 1998).

Ved genudlægning og omplantning af muslinger kan store forekomster af søstjerner være et problem. Der har været rapporter fra fiskere om, at udlagte muslinger er blevet fortæret af søstjerner i løbet af ganske kort tid og at der har været områder og perioder, hvor genudlægning eller omplantning har været anset for at være omsonst som følge af den store forekomst af søstjerner. Ligeledes har fiskerne foreslået, at forekomst af søstjerner kan være en del af forklaringen på de faldende landinger og den nedgang i bestanden som har været beskrevet af DFU (DFU 2006). I de følgende afsnit vurderes søstjernernes bestandsstørrelse og bestandsændringer over tid ved hjælp af data fra nationale og regionale overvågningsprogrammer og fra DFU's monitoringsaktiviteter i Limfjorden

7.1 Søstjerner – data fra DMU's database

I dette afsnit beskrives udviklingen af bestanden af søstjerner over de senere år ud fra data indsamlet af amterne omkring Limfjorden i forbindelse med nationale og regionale overvågningsaktiviteter fra 1979-2005. Stationer hvor der er indsamlet data er vist i figur 7.2.



Figur 7.2: Kort med udvalgte stationer i Limfjorden.

Data er indsamlet af amterne omkring Limfjorden. Fra 2004 er data indsamlet i forbindelse med det Nationale Overvågningsprogram for Vand og Natur (NOVANA) og er indsamlet i henhold til retningslinier udarbejdet for programmet (http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR495.PDF). Undersøgelser fra før 2004 er udført i regi af NOVA programmet eller regionale undersøgelser. Detaljer fremgår af (<http://www.limfjord.dk/rapporter/rapporter.htm>). Alle anvendte data er rapporteret til den nationale database for marine data MADS (<http://www.dmu.dk/Vand/Havmiljoe/MADS/>). De fleste prøver, det vil sige bundprøver taget efter 1984, er taget med en HAPS sampler med et indsamlingsareal på $0,0143 \text{ m}^2$. Før 1984 blev der i de fleste tilfælde brugt en Van Veen grab med et indsamlingsareal på $0,1 \text{ m}^2$. Alle prøver er sigtet gennem en 1mm sigte og de indsamlede dyr har derfor en størrelse $> 1 \text{ mm}$. Der er indsamlet prøver fra lokaliteterne nævnt i figur 7.3.

Område	År med <i>Asterias</i> data	År med prøvetagning	Andel år med <i>Asterias</i> fund (%)
Vodstrup/Livø Bredning	1980, 81, 82, 83, 89	18	28
Visby Bredning	1978, 81, 82, 91	25	16
Vestlige Limfjord, Thisted	1978, 80, 81, 92, 93, 94, 2004	21	29
Vestlige Limfjord, Kås Bredning	1978, 79, 80, 1991	19	21
Venø/Kås Bredning	1978, 80, 82, 83, 93, 94 ,	25	24
Venø bugt	1978, 79, 81, 82, 83, 90, 91, 92, 2003, 04	21	48
Skive Fjord, Risgårde	1987, 1993	19	11
Skive Fjord	1990, 2002	27	7
Nisum Bredning	1978, 1981, 82, 86, 89, 1992, 98, 2000, 01	27	33
Nibe Bredning, Vest	1978, 79, 80, 81, 82, 83, 96	19	21
Nibe Bredning	1982, 83, 92, 94	19	37
Nibe Bredning/Østlige Limfj	1978, 79, 82, 93	20	20
Nees Sund	1993, 94, 95	6	50
Løgstør bredning	1978, 81, 82, 83, 84, 90, 91, 92, 93, 94, 99, 2001, 02, 04, 05	27	56
Lovns Bredning	1992	21	5
Limfjorden, Aalborg	1980	20	5
Langerak, Øst	1978, 79, 80, 82, 83, 92, 94	21	33
Jegindø Nord	1992, 93, 94	6	50
Hjarbæk Fjord		1	0
Bjørnholm Bugt	1978, 79, 81, 82, 92, 93	20	30
Agerø Syd	1993, 94, 95, 2000, 05	12	42
Agerø Nordvest		6	0

Figur 7.3: Oversigt over år med fund af *Asterias rubens* i Limfjordens forskellige bredninger.

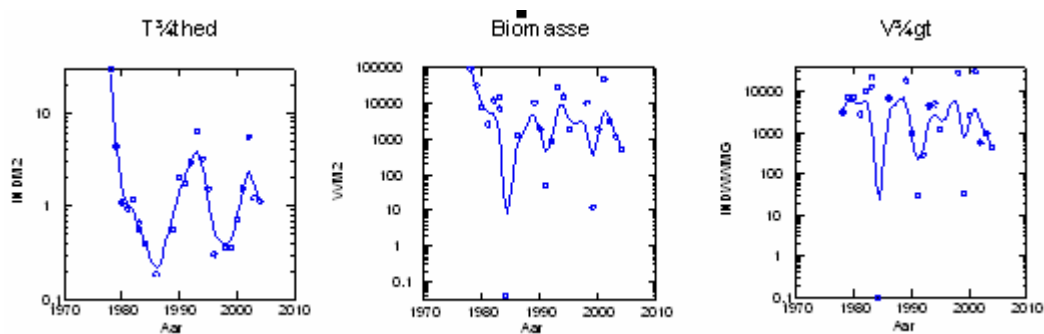
For hele perioden er tæthed og biomasse af søstjerner (*Asterias rubens*) beregnet fra alle prøver (i alt 7599 prøver) i Limfjorden, det vil sige at prøver uden søstjerner (0-prøver), også fra bredninger hvor arten slet ikke forekommer, er inkluderet. For perioden 1993-2005 er tæthed og biomasse desuden beregnet på baggrund af de samples (10, 20 eller 45 delprøver), hvor arten forekommer i mindst en af delprøverne, hvilket bevirker, at værdierne for tilsvarende år er væsentlig højere.

Larver af søstjerner er indsamlet i perioden 1994-2006, ligeledes i henhold til gældende praksis for indsamlinger i de nationale overvågningsprogrammer. Prøverne er indsamlet med planktonnet på stationer vist i figur 7.4. De indsamlede prøver er ikke bestemt til art, men er sandsynligvis fortrinsvis af arten *Asterias rubens*, og ligeledes er der ikke skelnet mellem de forskellige stadier auricularia, bipinnaria og brachiolaria.

Område	Stations id	År med Asteroid larver
Nisum Bredning	3702-1	1994, 95, 96, 97, 98, 99, 2000, 01, 02, 03
Løgstør Bredning	3708-1	1994, 95, 96, 97, 98, 99, 2000, 01, 02, 03
Nibe Bredning	3711-1	1994, 95, 96, 97
Venø Bugt	3720-1	1994, 95, 96, 97
Vestlige Limfjord, Thisted	3723-1	1994, 95, 96, 97
Skive Fjord	3727-1	1994, 95, 96, 97, 98, 99, 2000, 01, 04, 05, 06

Figur 7.4. Oversigt over år med fund af Asteroida larver (auricularia, bipinnaria og brachiolaria) i plankton på seks målestationer i Limfjorden.

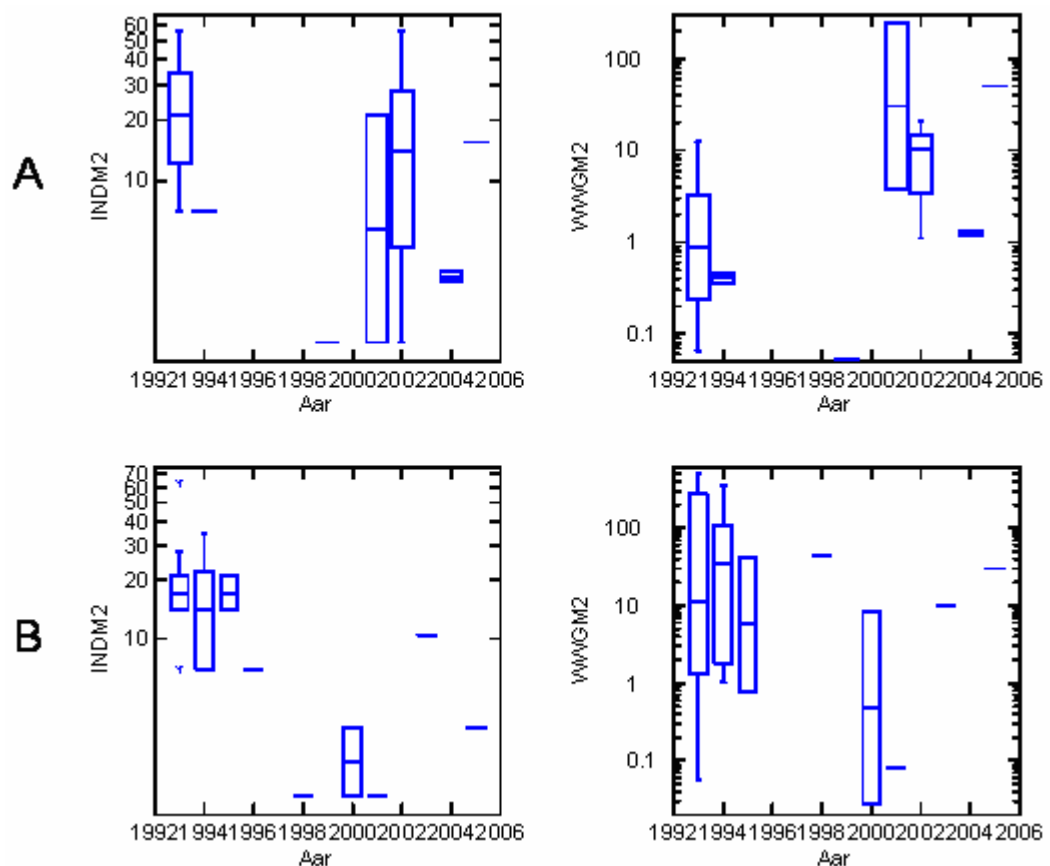
Tidlig udvikling blev vurderet fra glidende middelværdiberegninger specielt DWLS metoden (tension=0,5) og ved Box and Whiskers plots (hvor horisontal streg angiver medianværdi og boksen forekomst af 50 % af data), begge metoder er præsenteret i figurene. Tidlig udvikling over hele perioder er vurderet ved hjælp af lineær regression.



Figur 7.5: Tidlig udvikling af individtæthed (INDM2), Biomasse (VVM2) og individvægt (biomasse / individtæthed; INDWWMG) af *Asterias rubens* i Limfjorden baseret på alle målinger i det nationale overvågningsprogram. Linien er beskrevet med DWLS med tension = 0,1.

Den overordnede tidlige udvikling for individtætheden af bestanden af søstjerner i hele Limfjorden er en sinus-svingning over ca. 25 år med høje værdier i slutningen af 1970'erne, starten af 90'erne og starten af 2000 (Figur 2). Svingningsperioden er på ca. 10-15 år og med tætheder for Limfjorden som helhed på 5-7 individer m-2 i år med store forekomster og på ca. 0,1-0,3 individer m-2 i år med lave forekomster. Høje tætheder af søstjerner blev fundet i slutningen af 1970'erne, starten af 1990'erne og i starten af 2000, mens de laveste

tætheder blev fundet i 1986-88 og 1996-99. Biomassen af søstjerner viser et mindre tydeligt mønster, der ikke er i overensstemmelse med udviklingen i tæthed af søstjerner (Figur 7.5). Således var der sammenfaldende stor biomasse i perioderne med høje tætheder, men dels var der ikke fuldstændigt sammenfald, dels blev der også fundet stor biomasse i slutningen af 1980'erne (Figur 7.5). Nogle af disse sammenfaldende og varierende mønstre kan delvist forklares med forskelle i individuel vægt af søstjernerne (Figur 7.5). For både tæthed og biomasse gælder, at der ikke er nogen langsigtet tidslig udvikling mod større eller mindre forekomst af søstjerner i den undersøgte 25 års periode. Siden 2000 har både biomasse og tæthed været faldende. Der er dog store forskelle mellem forskellige områder indenfor Limfjorden. For eksempel blev der observeret *Asterias* i ca. 50 % af årene i områderne Venø Bugt, Nees Sund, Løgstør Bredning, Jegindø Nord og Agerø Syd. I områderne Skive Fjord, Lovns Bredning, Limfjorden Aalborg blev *Asterias* derimod fundet i mindre end 10 % af årene (Figur 7.3). Den tidslige udvikling varierer også mellem områderne (Figur 7.6).

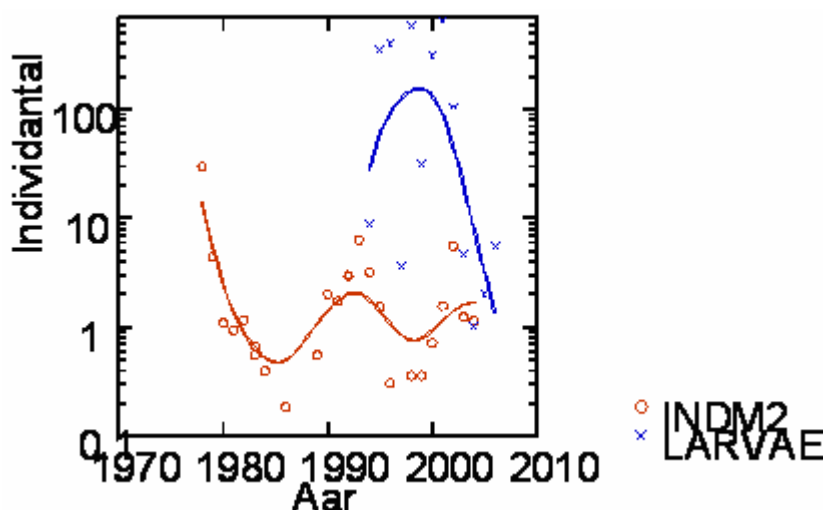


Figur 7.6: Box and whiskers plots af for tidslig udvikling i tæthed (indm2) og biomasse i g vådvægt (wwgm2) for to grupperinger af bredninger i Limfjorden. A Skive Fjord, Visby Bredning og Løgstør Bredning; B Nisum Bredning, Agerø området, Thisted Bredning, Kaas Bredning, Venø Bugt, Lovns Bredning, Nibe Bredning, Langerak. Horisontal streg angiver median værdi.

Data for larver er ikke helt så omfattende i tid og rum som for bundlevende, voksne søstjerner. Den tidslige udvikling i larveforekomst viser et omvendt mønster i forhold til voksne med høj larveforekomst i perioder med lave tætheder

af voksne dyr og omvendt (Figur 7.7). Der er forskelle mellem bredninger med hensyn til forekomst af Asteroida larver (Figur 7.8). Forskellen mellem Skive Fjord, der viser den laveste tæthed og Løgstør Bredning er ca. en faktor 2, og forskellen mellem Løgstør Bredning og Nissum Bredning, der havde den højeste tæthed, ligeledes en faktor 2.

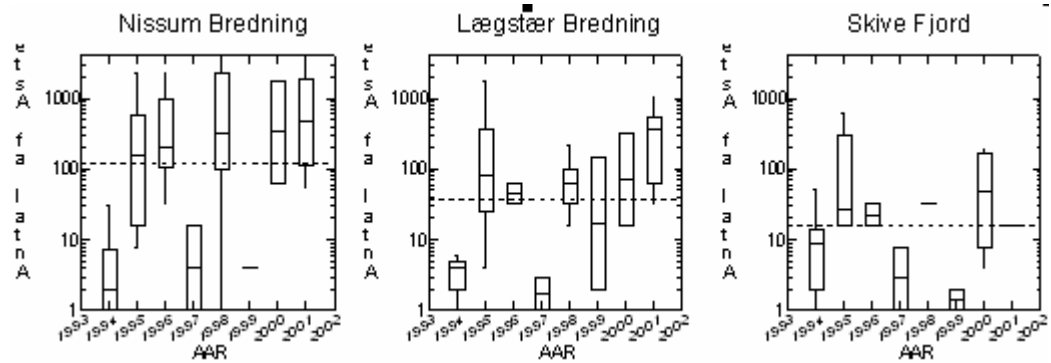
Søstjerner er prædatorer på muslinger og en stor forekomst af søstjerner kan potentielt forklare noget af udviklingen i bestanden af blåmuslinger, som gennem de seneste 10-15 år har været faldende (DFU 2006). Der er dog på baggrund af data indsamlet af amterne ikke belæg for en sådan tolkning, idet der ikke er nogen speciel trend i søstjernebestanden i perioden og endvidere, at data for blåmuslinger indikerer en stigning i blåmuslingebestanden i visse områder (fx Løgstør Bredning, perioden 1993-2004 $P < 0,01$ for lineær regression mellem biomasse af muslinger og tid). Det skal dog påpeges, at materialet for søstjerner er alt for spinkelt (flere år uden fund) til en direkte statistisk korrelation med data for blåmuslinger. Ligeledes har der ikke været en udvikling i forekomst af larver, der kan understøtte en sammenhæng mellem søstjerner og muslingebestanden. Geografisk er der forskelle i forekomst af søstjerner. Således er der områder, hvor søstjerner stort set ikke er observeret, fx Visby Bredning fra 1993 og Skive Fjord.



Figur 7.7: Tidslig udvikling af bundstadier af *Asterias rubens* (INDM2) og antal *Asteroida* larver i plankton (LARVAE) baseret på data fra hele Limfjorden.

Data i denne analyse er baseret på indsamlinger lavet med henblik på at dokumentere udvikling i bundfauna generelt. Prøveindsamlingen er således ikke rettet mod dokumentation af udvikling i bestanden af søstjerner og HAPS'en er som prøvetagningsredskab ikke specielt velegnet til dokumentation af forekomst af søstjerner, da den har et lille indsamlingsareal. Bestanden af søstjerner er derfor muligvis underestimeret i denne analyse. Tilsvarende er den rumlige opløsning ikke sådan, at data kan bruges til en mere præcis beskrivelse af rumlig variation indenfor Limfjorden eller den vestlige del af Limfjorden. Data indikerer dog, at der næppe er belæg for at tillægge bestanden af søstjerner større betydning for udviklingen i bestanden af blåmuslinger. I en analyse af udviklingen i bestanden af blåmuslinger fandtes således, at biomasse og tæthed af blåmusling udviser

ensartede tendenser i bestandsudvikling i forskellige bredninger uanset om der er søstjerner tilstede eller ej.



Figur 7.8: Tidslig udvikling af *Asteroida* larver i plankton på 3 stationer i perioden 1994-2001. Horisontal stiptet linie angiver median værdi for perioden, og hel linie i bokse median for år (Box and Whiskers Plots).

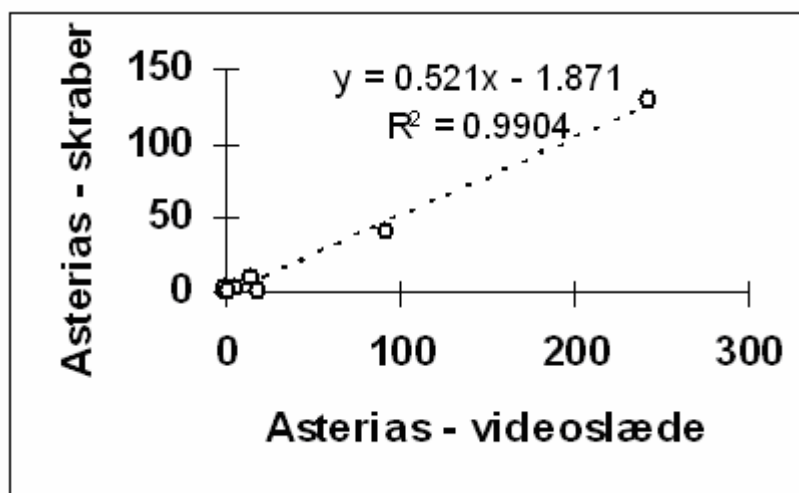
7.2 Søstjerner – data fra DFU' monitorings database

Danmarks Fiskeriundersøgelser har i perioden 1993-2006 årligt undersøgt forekomsten af blåmuslinger i områder, hvor der må fiskes blåmuslinger, dvs i produktionsområder og på dybder større end 3 meter. Disse undersøgelser er dog ikke gennemført i år 2000, 2002 og 2005. I forbindelse med undersøgelserne er der gennemført forsøgsskrab med en nedmålt muslingeskraber med undersøgelseskutteren Havfisken. Den anvendte muslingeskraber er 1 meter bred og skrabenes længde har været 100-200 meter. Der er årligt gennemført forsøgsskrab på 150-470 stationer. Stationernes placering er vist på fig. 7.12. I forbindelse med undersøgelserne er forekomsten af søstjerner registreret. Registreringen har ikke været systematisk, og i enkelte år er der områder, hvor der ikke er sket en registrering af søstjerner.



Fig.7.9: På muslingebanker i Limfjorden kan der forekomme tætte bestande af Søstjerner (Foto Per Dolmer).

Med henblik på at kunne omregne fangst i muslingeskraber til faktisk forekomst af søstjerner er der tidligere gennemført effektivitetsmålinger på undervandsvideo påmonteret slæde (Fig. 7.10). Her har undersøgelserne vist, at muslingeskraberen fanger 52 % af søstjerneerne på bunden (Dolmer, 1996).



Figur 7.10: Muslingeskraberen fanger 52 % af de søstjerner, der er på bunden (fra Dolmer, 1996)

Søstjerner forekommer i hele Limfjorden (Fig. 7.12), dog med de tætteste forekomster i Kaas Bredning, Venø Bugt, Løgstør Bredning, og Nissum Bredning. I 1997, 1998 og 2001 blev der observeret søstjerner over store dele af Limfjorden og den samlede bestand for Limfjorden og for produktionsområderne 8-9-10, dvs området nord for Venø og Kaas Bredning op til Salling Sund (Fig. 7.13). I tabel 3 ses, at bestanden i hele Limfjorden udgør fra 4.448 tons i 1998 til 16.075 tons i 1997. For produktionsområde 8-9-10 er bestande af søstjerner af en størrelse fra 435 tons i 2001 til 4.651 tons i 1997.

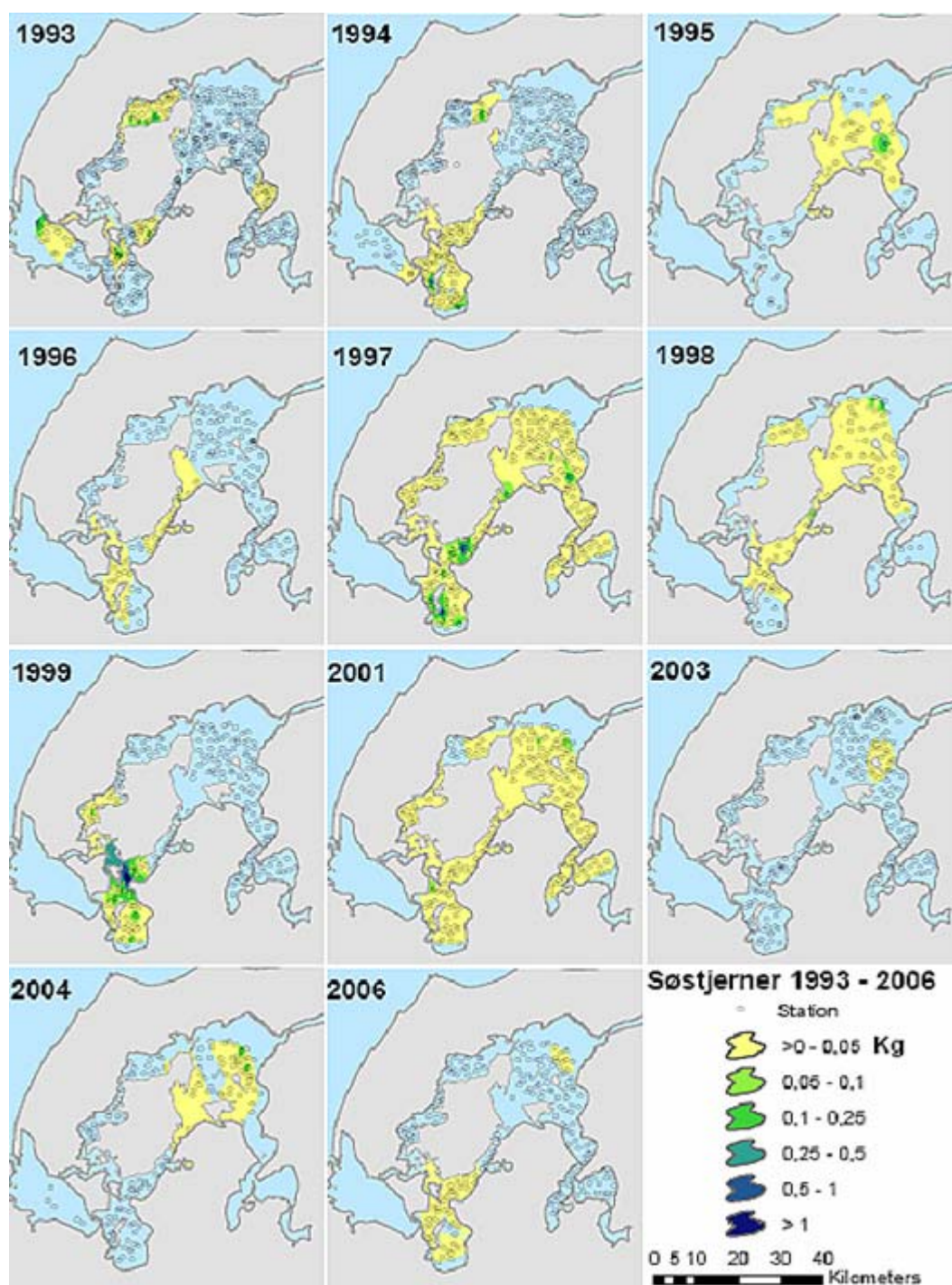
	1997	1998	2001
Hele Fjorden	16.075 tons	4.448 tons	8.821 tons
Område 8-9-10	4.651 tons	1.026 tons	435 tons

Figur 7.11: Beregnede forekomster af søstjerner i 1997, 1998 og 2001 i Limfjorden og i produktionsområde 8-9-10.

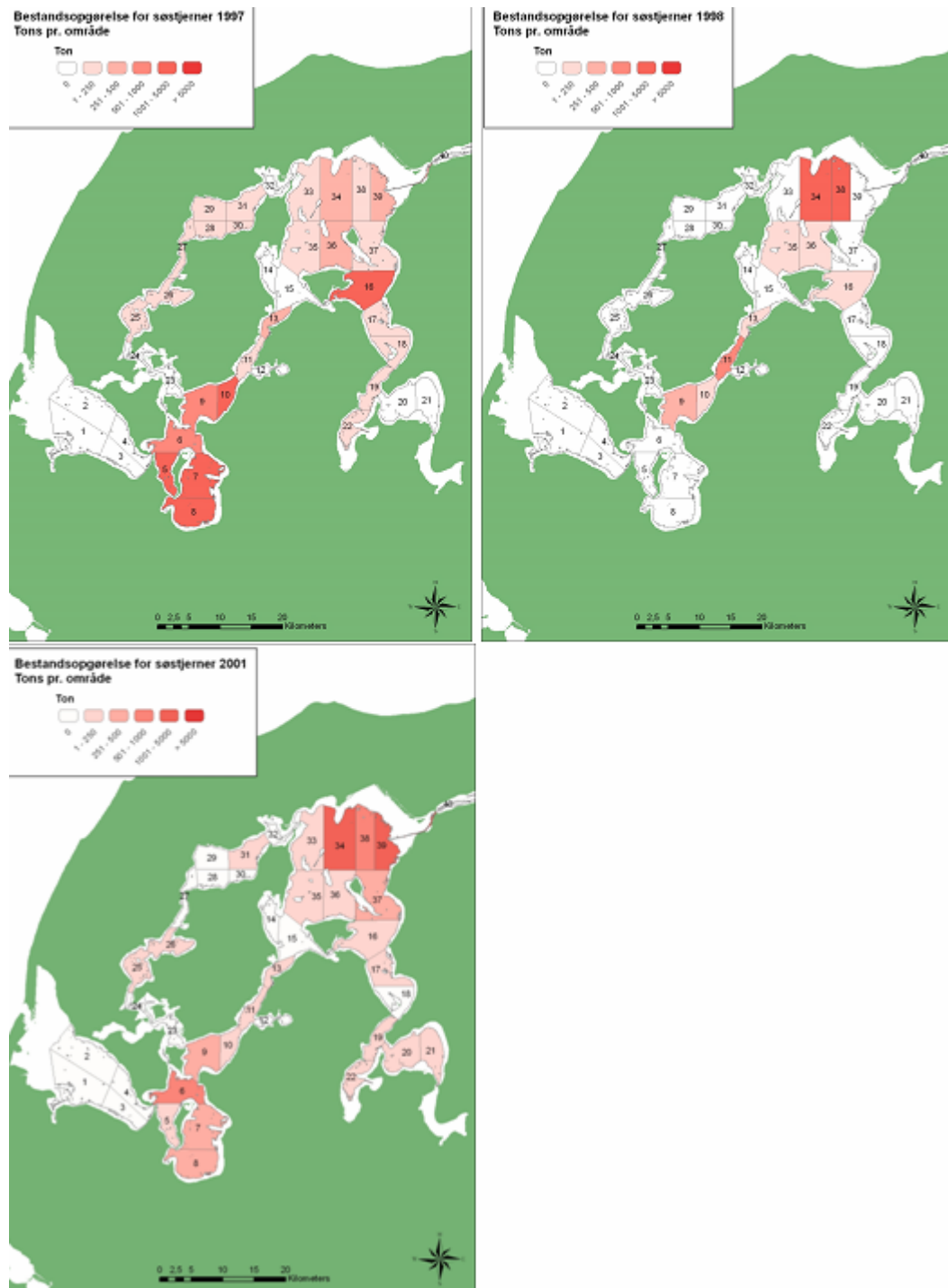
Ud fra beregninger af søstjerners iltforbrug er det muligt at beregne hvor stort et fødeoptag, der er nødvendigt for at sikre søstjernernes energibehov. Undersøgelser i Kiel Bugt viser, at 32.000 tons søstjernernes har et føde behov på ca 100.000 tons fødedyr, hvor det antages at 20 % af fødedyret er organisk materiale (Nauen 1981). Omregnes den estimerede prædationsrate fra Kiel Bugt (Nauer 1981) til Limfjorden kan der forventes tab pga prædation i område 8-9-10 på fra 1.500 - 15.000 tons årligt. I 2007 blev der omplantet ca 5000 tons blåmuslinger fra Løgstør Bredning til Kaas Bredning. En fjernelse af 15.000 tons blåmuslinger årligt af søstjerner vil således potentielt umuliggøre en egentlig produktion på kulturbanker i området.

For hele Limfjorden vil tabet pga prædation fra søstjerner udgøre fra 15.000 tons til 48.000 tons årligt, dvs samme mængde blåmuslinger, som det der opfiskes i disse år af det kommercielle muslingefiskeri. Det skal erindres, at de estimerede

tætheder af søstjerner kun omfatter søstjerner på vanddybder større end 3 meter, og i områder, der er udlagt til muslingeproduktion. Den samlede prædation af søstjerner på blåmuslinger kan således være betydeligt større.



Figur 7.12: Forekomsten af søstjerner i Limfjorden på undersøgte stationer i perioden 1993-2006.



Figur 7.13: Forekomst af søstjerner i produktionsområder i Limfjorden i 1998, 1999 og 2001.

Bestandsopgørelserne er gennemført i sommerperioden i maj eller i september. De fiskere, der tidligere har fisket søstjerner, har angivet, at de største tætheder af søstjerner på dybere vand forekommer i vinterperioden. En række invertebrater vandrer i vinterperioden ud på dybere vand, hvor livsbetingelserne er mere stabile, og dette gælder muligvis også søstjernen. De beregnede forekomster af søstjerner

kan således være et underestimat af, hvad der reelt kan være tilgængeligt for et fiskeri af søstjerner i vinterperioden.

Blåmuslingefiskerne har ved flere lejligheder bemærket at søstjernerne de senere år er steget i tæthed. De tilgængelige data, kan ikke understøtte et sådant udsagn.

Der har tidligere i 1950-1970'erne været et omfattende fiskeri af søstjerner i Limfjorden. Fiskeriet ophørte i midten af firserne pga for lave priser. Fiskeriet foregik i vintermånederne fra december til februar, hvor tætheden var størst. I 1960-1970'erne var der 30-40 fartøjer involveret i fiskerier og der blev årligt landet mellem 6-11.000 tons. Søstjernerne blev primært landet til fiskemelsfabrik i Odde-sund, men der var også flere mindre aktører.

7.3 Sammenfatning

Data fra DMU's database over bundfauna viser høje værdier i tætheden af søstjerner i Limfjorden i slutningen af 1970'erne, i starten af 1990'erne og i starten af nuværende årti. Imellem disse perioder, 1986-88 og 1996-99, er tæthederne af søstjerner forholdsvis lave. Tætheden af søstjerner viser således svingninger med 10-15 år mellem toppene. Biomassen af søstjerner udviser mindre svingninger, pga en variation i individvægten. Tætheden af søstjernens larver i vandsøjlen er registreret i perioden 1994-2006. Forekomsten af larver viser et omvendt mønster i forhold til forekomsten på bunden.

DMU's analyser viser en forholdsvis konstant forekomst af søstjerner i bundprøver fra Venø Bugt, Nees Sund, Løgstør Bredning, nord for Jegindø og syd for Agerø. DFU's undersøgelser viser høje tætheder af søstjerner i Løgstør Bredning, Kaas Bredning, Nissum, Bredning og i Venø Bugt. DFU gennemfører ikke monitoring nord for Jegindø og syd for Agerø.

DFU's undersøgelser viser at bestanden af søstjerner i Limfjorden udgør op til 16.075 tons (1997). I området nord for Venø og op til Salling Sund (produktionsområde 8-9-10) er bestanden i 1997 4.651 tons.

Ud fra litteraturangivelser af søstjernernes fødebehov kan det beregnes, at søstjernerne i 1997 er i stand til at opspise 48.000 tons muslinger i Limfjorden og 15.000 tons i område 8-9-10. Prædationen af blåmuslinger kan således have en betydelig effekt på både muslingebestanden som helhed, men specielt i forhold til mulighederne for at have en rentabel omplantningspraksis i Kaas Bredning. De estimerede tætheder af søstjerner omfatter kun søstjerner på vanddybder større end 3 meter, og i områder, der er udlagt til muslingeproduktion. Den samlede prædation af søstjerner på blåmuslinger kan således være betydeligt større.

I Limfjorden har der tidligere været et omfattende fiskeri af søstjerner. Fiskeriet ophørte omkring 1987. Undersøgelserne fra DMU viser en faldende forekomst af søstjerner fra sidst i 1970'erne til midt i 1980'erne. Meget lave forekomster af søstjerner i Limfjorden er således sammenfaldende med ophør af fiskeriet. Set

over hele perioden er der hverken i DMU eller DFU's datamateriale indikationer om en langsigtet ændring i bestanden af søstjerner.

8 Afprøvning af redskaber og metoder

I områder, hvor der foregår en produktion af blåmuslinger ved lineopdræt, genudlægning, omplantning eller anden kulturform, vil der forventeligt ske en samtidig opvækst i søstjernebestanden. Denne opvækst sker, fordi der, i form af muslinger, tilføres en mængde føde, som ellers ikke ville være til rådighed for søstjerneerne.

Eftersom store forekomster af søstjerner forårsager økonomiske tab for skaldyrsfiskere og opdrættere over hele verden, er der udviklet en række forskellige redskaber og metoder til fiskeri og afvisning af søstjerner. Redskabstyperne varierer, som beskrevet i afsnit 6, fra slæbende redskaber, der med forskellige teknikker opsamler søstjerneerne, til faststående redskaber, der mest har karakter af tejner.

Formålet med projektets arbejdsplan 1B var at afprøve en eller flere af de eksisterende metoder til fiskeri eller afvisning af søstjerner.

Det optimale redskab til fiskeri af søstjerner skal udvise en høj grad af selektivitet og være så tilpas skånsomt, at det ikke påvirker bundforholdene. Dette er naturligvis vigtigt i relation til den naturligt forekommende flora og fauna, men skånsomheden skal også tillade, at redskabet anvendes til at fiske søstjerner på muslingebanker, som netop er blevet udlagt, og derfor er relativt mere sårbare.

I forbindelse med bundkulturer, som strækker sig over store arealer, vil der blive fokuseret på mobile redskaber. Mobile redskaber vil kunne anvendes fra de eksisterende fartøjer og vil hurtigt kunne sættes ind, hvor der måtte vise sig behov for det. I forbindelse med opdrætsanlæg vil der blive fokuseret på stationære redskaber til fiskeri og afvisning af søstjerner samt forskellige metoder til at få søstjerner af de medier, som anvendes til muslingeopdræt.

På baggrund af undersøgelserne i arbejdsplan 1A, udvælges et eller flere redskaber til en nærmere afprøvning. Med henblik på at vurdere de udvalgte redskabers effektivitet, selektivitet og påvirkning af udlagte muslinger eller bundforhold i øvrigt, gennemføres forsøgsfiskerier i områder med udlagte muslinger. Ved at underkaste dele af områderne forskellige behandlinger opnås et mål for effektiviteten og skånsomheden af redskaberne.

8.1 Afprøvning af eksklusionshegn

Indhegning af opdrætsområder har været brugt i forbindelse med opdræt af skaldyr, som opdrættes på bunden, og forsøg med indhegning som beskyttelse mod krabber og søstjerner har vist gode resultater mht. overlevelse af kammuslinger (Boudreau *et al.*, 2005) og blåmuslinger (Davies *et al.*, 1980).

I dette projekt er der lavet nogle småskala indhegningsforsøg med henblik på at undersøge, hvor simpel eller kompliceret indhegning, der skal til for at holde primært søstjerner og sekundært krabber ude.

8.1.1 Materialer og metoder

Der blev lavet 3 forskellige typer indhegninger og et kontrolområde. Alle indhegninger blev lavet af trådnæt i $\frac{1}{2} \times 1$ tomme, der blev lagt rundt om en ramme af 8 mm rundjern på 2 x 2 meter. Der blev lavet 2 replikater af hver type indhegning og kontrol (i alt 8).

Type 1 var 50 cm højt og med 20 cm udhæng. Fra kanten af udhængen hang der løst net ca. 20 cm ned (figur 8.1). Denne type var designet til primært at holde søstjerner ude, og byggede på det omvendte princip af det eksklusionshegn, som var lavet tidligere i projektet.

Type 2 var 50 cm højt og med en 20 cm høj plade af glat 1mm PVC monteret i toppen hele vejen rundt. Den glatte plade skulle forhindre krabber i at kravle over hegnet, mens det blev forventet, at søstjerner godt kunne forcere det.

Type 3 var 50 cm højt og bestod kun af trådnæt. Det blev derfor forventet, at både søstjerner og krabber kunne forcere hegnet.



Figur 8.1: Eksklusionshegn type 1, 2 og 3.

Indhegningerne blev nedsænket i udkanten af et opdrætsområde på 3-4 meter vand. Inden nedsænkning blev der monteret et par store kædeled på ca. 3,5 kg i hvert hjørne for at stabilisere og presse indhegningen mod bunden. Selve nedsænkningen foregik fra en båd, som var hængt på en langline til muslinge-opdræt. Derved kunne båden flyttes meget præcist frem i en lige linie, og indhegningerne kunne derved sænkes ned med passende mellemrum. Efter nedsænkning blev indhegningerne kontrolleret af en dykker, som samtidig udlagde ca. 20 kg muslinger i hver (5 kg/m^2).

8.1.2 Resultater

Første observation blev lavet med videoudstyr få timer efter udlægning. Det foregik ved at montere et lille videokamera på en teleskopstang, som via ledning kunne sende signalet videre til en bærbar computer. Observationerne viste, at der allerede på dette tidspunkt var krabber i nogle af indhegningerne.

2 dage senere blev der igen lavet videoobservation. Observationerne viste, at sammenhængen mellem typen af indhegning og antal krabber og søstjerner var meget tilfældig, og ikke som forventet. Ved en nærmere inspektion af indhegningerne blev der observeret huller under indhegningerne, som sandsynligvis var lavet af krabber, men som samtidig kunne benyttes af søstjerner til at komme ind i indhegningerne. Derved var der, afhængigt af antallet af huller, i realiteten fri adgang til muslingerne i indhegninger og typen af indhegning havde derfor ikke indflydelse på resultatet.

Der blev efterfølgende gjort et forsøg på at forhindre denne undergravning ved at lægge en "sten-strømpe" omkring bunden af indhegningerne. Strømpen bestod af 8 meter strømpe af samme type, som bliver brugt muslingeopdræt, men som i dette tilfælde blev fyldt med sten i stedet for muslinger. Strømpen var 7-8 cm i diameter og blev lagt på plads af en dykker, som samtidigt fjernede krabber og søstjerner og udlagde nye muslinger i indhegningerne, hvor det var nødvendigt.

Et par dage efter udlægning af stenstrømper blev der lavet video-observation. De viste, at krabberne igen havde gravet huller under både strømper og indhegninger, og det var derfor tilfældigt, hvor mange søstjerner og krabber, der var i de forskellige indhegninger. Det blev derfor besluttet at stoppe forsøget på dette tidspunkt.

Samlet set har adfærden fra det store antal krabber på forsøgsområdet forhindret, at det primære formål blev undersøgt, men ud fra observationerne med video og dykker er der kommet en række sekundære resultater, som kan samles i disse punkter:

- Krabber kan meget hurtigt grave sig under en indhegning, der enten står på bunden eller er sunket et par cm ned i sedimentet.
- En strømpe af sten kan måske forsinke denne undergravning, men kan ikke forhindre den.
- Krabber kan nemt kravle på trådhegnet, som blev brugt i dette forsøg.
- Observationer gjort af dykker tyder på, at en 20 cm høj og glat plade kan være effektiv til at forhindre krabber i at forcere en indhegning, da de ikke kan kravle på pladen. Under dykning blev der dog observeret en stor krabbe, som undgik dette ved at svømme over pladen.
- Søstjerner kan og vil presse sig igennem nettet, og maskestørrelse får derfor betydning for hvor store søstjerner, der kan komme igennem nettet. I dette tilfælde med maskestørrelse på ½ x 1 tomme vurderede dykkeren, at søstjerner op til ca. 10 cm i diameter kunne presse sig igennem trådnettet og at større søstjerner også ville forsøge.
- Der blev kun observeret meget få søstjerner, som kravlede op ad trådhegnet under monitorering, som forsøg i fangenskab ellers har vist, at de sagtens kan, men der sad enkelte søstjerner på nettet, da de blev taget op igen.
- Søstjerner, der var kommet ind i indhegningerne, var ofte klumpet fordelt frem for at være jævnt fordelt over alle muslingerne. Det kunne tyde på, at en stor del af søstjerner stopper op, når de støder på bytte på trods af, at

der er konkurrence om byttet fra andre søstjerner. Der blev desværre ikke lavet en vurdering af søstjernernes placering i forhold til krabbernes undergravninger, så det kan ikke vurderes, om sådan en sammenhæng eksisterer.

8.1.3 Konklusion og anbefalinger

På baggrund af observationerne fra forsøget kunne det konstateres, at typen af indhegning ikke havde noget effekt, da krabber og søstjerner kravlede under indhegninger og igennem huller, der højst sandsynligt blev lavet af krabber. Den mest indlysende måde at forhindre dette er ved at nedgrave indhegningen. Det er en mandskabskrævende og omkostningstung proces, specielt hvis bunden er hård, men resultaterne indikerer, at det er nødvendigt, hvis krabber, og dermed også søstjerner, skal holdes ude. Dette forsøg gav ikke mulighed for at vurdere, hvor dybt indhegninger skal graves ned for at være effektive, men resultater fra et forsøg på at indhegne kammuslinger tyder på, at hegn som er gravet 15-20 cm ned i bunden kan holde krabber ude (Davies *et al.*, 1980; Boudreau *et al.*, 2005).

Hvis krabberne bliver forhindret i at komme under indhegningen, tyder observationer fra både dette forsøg og tidligere forsøg på, at en glat plade er en god metode til at forhindre krabber i at forcere indhegningen. Resultater fra Boudreau *et al.* (2005) tyder også på, at en kant på 15 cm, der er bøjet 45 grader nedad, kan være effektiv. I det pågældende forsøg var antallet af krabber både før og under forsøget dog forholdsvis lavt sammenlignet med denne undersøgelse, så resultaterne kan ikke nødvendigvis overføres. Deres undersøgelse viste også, at enkelte krabber kom ind i indhegningen, men ikke hvordan. I forsøgene, som blev udført i forbindelse med nærværende projekt, blev der observeret en krabbe, som svømmede over hegnet, men omfanget af denne adfærd kan ikke vurderes.

Davies *et al.* (1980) beskriver, hvordan krabber bruger drivende plantemateriale, som sætter sig på indhegningen, til at forcere et udhæng og dermed komme ind i indhegningen.

Der blev kun observeret meget få søstjerner, som kravlede op ad indhegningerne. Det kan indikere, at søstjerner i naturen ikke vil forsøge at kravle op over en indhegning, og den derfor ikke behøver at være særligt kompliceret for at holde søstjerne ude. Dette stemmer også godt overens med, at et 1 meter højt hegn bestående udelukkende af trådnat kunne holde søstjerner ude (Per Dolmer, pers. komm.).

I stedet blev der observeret flere søstjerner i forskellig størrelse, som havde mast sig mere eller mindre igennem trådnettet. Det betyder, at jo mindre masker jo mindre søstjerner kan komme igennem, men mindre masker betyder samtidig større risiko for, at drivende materiale sætter sig i hegnet og som kan bruges af krabber til at forcere indhegningen. Denne adfærd er bl.a. beskrevet i Davies *et al.* (1980).

Der må altså i hvert tilfælde tages højde for lokale forhold mht. drivende materialer, antal og størrelse af søstjerner og krabber og hvor meget tid, der er til rådighed til at holde hegnet i orden, inden det bestemmes, hvilken type hegn, der skal bruges. I tilfælde hvor krabber er det primære problem, kan der bruges glatte plader i stedet for trådnæt, som beskrevet i Bergh & Strand (2001). Sådanne plader vil være mere holdbare og samtidig have mindre tendens til at miste sin effekt pga. drivende materiale, der sættes sig i hegnet.

8.2 Videreudvikling af søstjernefælder

I det følgende beskrives udviklingen af en række prototyper af søstjernefælder.

I forbindelse med dette projekt var et af formålene at kunne vise, hvordan søstjerne vandrer, og hvor hurtigt de kan flytte sig fra eller til et nyt område. Fra muslingefiskerne kommer der ofte oplysninger om, at der er søstjerner i et bestemt område, men det er svært at bedømme, hvor mange der er, og hvor de er kommet fra. Derfor har vi forsøgt at udvikle en retningsbestemt søstjernefælde, som kunne bruges til at bestemme søstjernes vandringsmønstre. For at få så præcise resultater som muligt, var det vigtigt, at fælden dels virkede uden lokkemad, og dels at søstjerne ikke kunne komme ud igen, når de først var endt i fælden. Hvis sådan en fælde kunne fremstilles, var næste punkt i projektet at fiske et område med muslinger tomt for søstjerner og samtidig placere retningsbestemte fælder rundt om området. Ud fra fangstresultaterne og monitorering på og udenfor området kunne man derefter prøve at bestemme hvilke mekanismer, der bestemmer søstjernes vandringsmønstre, f.eks. strøm eller lugt af knuste muslinger efter fiskeri.

I forsøget på at udvikle en egnet fælde blev der i første omgang fokuseret på problemet med at holde på søstjerne. Observationer af søstjernernes adfærd i de første forsøg med forskellige simple fælder gav mange interessante oplysninger om deres adfærd:

- Søstjerner kunne kravle både lodret og på hovedet på det voiliere-net (16x16 eller 12x25 mm), som var brugt til fælderne.
- Søstjerner kunne forcere en lodret eller vandret hængende kant, hvis den var ”stiv” – f.eks. volierenet eller udspændt nylon-net.
- Søstjerner forsøgte gerne at mase sig igennem trådnettet. Afhængig af maskernes og søstjernes størrelse blev søstjerne i visse tilfælde fanget i maskerne.
- Søstjerne havde en tendens til hurtigt at bruge væggene i prøvetanken til at søge mod overfladen, hvor de satte sig med halvdelen af kroppen på væggen og den anden halvdel svævende i overfalden med undersiden op. De forblev inaktive i denne position i lang tid, eller indtil de blev forstyrret. Denne adfærd kunne til dels forhindres ved at lukke søstjerne ind i et større bur sammen med fælden. I sådanne tilfælde var nogle af søstjerne aktive en periode på 1-3 timer, hvorefter de også blev inaktive. Lignende adfærd er tidligere påvist hos almindelig søstjerne af Shulgina (2004) og Zafiriou *et al.* (1972).

Ud fra ovenstående observationer blev der konstrueret 2 typer fælder til videre afprøvning:

- **Type 1** var en fælde med en skillevæg, som kun kunne åbne indad. Skillevæggen var enten lavet som en lodret væg med stopklodser, der forhindrede den i at åbne udad eller som en skråvæg (figur 8.2 og 8.3). I begge tilfælde skulle fælden virke ved, at søstjerne selv masede sig ind i fælden og derved bliver fanget derinde. Fordelen ved denne type fælde var, at søstjerner ikke skulle kravle op ad siderne på fælden, men kunne vandre lige hen til skillevæggen.
- **Type 2** var en firkantet kasse med en åbning i toppen. Kassen var omkring 0,25 m² og 30 cm høj, og åbningen var 25 x 25 cm. Fra kanten af åbningen blev der hængt 20 cm løst garnnet, som midt på var vejet ned af blytråd (figur 8.3). Det løse net skulle forhindre, at søstjernerne kunne komme rundt om netkanten, når de forsøgte af forcere nettet. I stedet skulle nettet sikre, at søstjernerne faldt ned i bunden af fælden.



Figur 8.2.: Søstjernefælde type 1.



Figur 8.3.: Søstjernefælde type 2.

Søstjerner til afprøvning af fælderne blev indsamlet på strømper med opdrætsmuslinger, som havde været i kontakt med bunden. De blev opbevaret i en rende med konstant vandudskiftning i DSC's væksthal, indtil de skulle bruges til forsøg. Hver søstjerne blev kun brugt én gang. Forsøgene blev udført i en tilsvarende rende. Renderne er ca. 570 x 60 cm og med 40 cm vanddybde.

Ved afprøvningen af fælderne viste det sig hurtigt, at søstjernes adfærd med at blive inaktiv eller at søge mod overfladen udgjorde et stort problem i forhold til at få afprøvet, om de ville eller kunne kravle ind i de to typer fælder. Det lykkedes kun i få tilfælde at få enkelte søstjerner til at kravle ind i fælderne.

I stedet blev fældernes evne til at holde på søstjernerne testet ved at placere et antal søstjerner inde i hver fælde og se, om de kunne komme ud igen. I type 1-fælden, hvis den er konstrueret og virker korrekt, vil det i teorien være umuligt for søstjerner at slippe ud, og det lykkedes heller ikke under afprøvningen. I praksis er der til gengæld flere forhold, som kan forhindre fælden i at virke korrekt. Især kan strøm, evt. i kombination med drivende materiale, enten åbne eller blokere skillevæggen og derved enten forhindre adgang eller lukke søstjernerne ud. Der kan også ske det, at en søstjerne (hvilket blev observeret under test) eller et andet objekt sætter sig i klemme og på samme måde blokerer eller åbner skillevæggen. Det blev vurderet, at disse mulige fejlfunktioner ville forhindre fælden i at være brugbar under praktisk brug, så den blev ikke yderligere afprøvet.

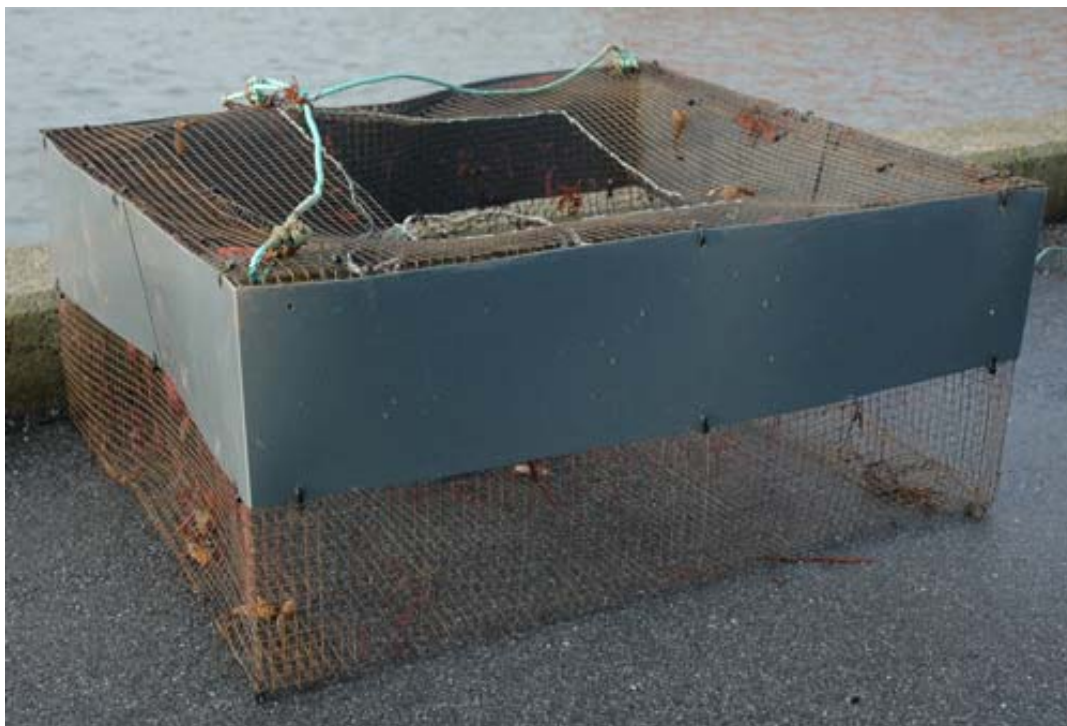
Type 2-fælden viste sig i praksis at være rigtig god til at holde på søstjerner. Der blev optaget video af forsøget, og den viste, at søstjernernes forsøg på at forcere det løsthængende net i alle tilfælde fejlede. I nogle efterfølgende forsøg uden video, blev der observeret et enkelt tilfælde, hvor en søstjerne slap ud af fælden,

men generelt blev det vurderet, at denne type fælde vil være meget effektiv til at holde på søstjerner, hvis de først kommer ind i fælden.

I fangenskab lykkedes det kun at få meget få søstjerner til at gå i fælden, og lokkemad i form af knuste og hele muslinger gjorde ingen forskel. Det blev også forsøgt at monteret en skrå rampe af 3mm PVC samtidig med, at både rampe og fælde blev dækket af med en kasse af trådnæt, som derved forhindrede søstjerner i at kravle væk fra fælden. Ved dette forsøg kravlede enkelte søstjerner op til fælden og faldt via det løse net ned i fælden.

Søstjernernes adfærd i fangenskab gjorde afprøvningen af fælder uholdbar, og der blev derfor lavet en kortvarig afprøvning af to type-2 fælder, henholdsvis med og uden agn i form af muslinger, i DSC's opdrætsanlæg på vestsiden af Salling i Limfjorden. Disse fælders udformning var som beskrevet ovenfor, men 40 cm høje i stedet for 30 cm for at lave plads til, at der kunne monteres en 20 cm glat PVC plade rundt om den øverste halvdel. Pladen skulle holde krabber ude af fælderne.

Resultatet var både positivt og negativt på samme tid. Pladen viste sig meget effektiv til at holde krabber ude, da der ikke var gået en eneste krabbe i efter 4 uger, men der var samtidigt ikke mange søstjerner i fælderne. I fælden med madding var der omkring 25 og i fælden uden madding var der 3, men stort set alle søstjernerne var små og er muligvis kommet igennem trådnettet frem for op af siden og ned igennem åbningen.



Figur 8.4: De afprøvede søstjernefælder.

8.2.1 Konklusion og anbefalinger

For at kunne bestemme vandringsretningen er det nødvendigt, at søstjernerne kun kan vandre ind i fælden fra en bestemt retning, og samtidig skal den virke uden lokkemad, så søstjernerne ender i fælden pga. deres naturlige vandring, og ikke fordi de vil lokkes mod fælden.

Forsøg med søstjerner i fangenskab skal vurderes med forsigtighed pga. søstjernernes adfærd, men sammenholdt med observationer af søstjerner i en anden del af dette projekt (forsøg med indhegning, se kapitel 8.1) tyder det på, at søstjerner ikke gerne kravler lodret. I stedet blev det observeret, at de enten prøver at kravle udenom en ”væg” bestående af net eller forsøger at mase sig igennem nettet.

Samlet set vurderes det derfor, at det bliver svært at fremstille en effektiv fælde til at bestemme søstjernens vandringsmønstre. Resultaterne fra dette projekt har vist, at det er muligt at fremstille en fælde, som effektivt holder på søstjerner, hvis de ender i fælden, men det har vist sig svært samtidigt at lave fælden effektiv til at fange søstjernerne. Skrå vægge i stedet for lodrette, som på andre søstjernefælder, vil muligvis hjælpe, men uden lokkemad i fælden indikerer resultaterne, at det bliver svært at få søstjernerne til at bevæge sig ind i fælden.

Som alternativ til fælder vil det i eventuelle fremtidige undersøgelser være relevant at overveje andre muligheder for at bestemme vandringsmønstre. Disse metoder vil dog kræve væsentlig flere mandskabstimer end udsætning af fælder.

En mulighed er at udlægge små områder med stor biomasse af muslinger udenom et område, som er fisket tomt for søstjerner. Observationer fra andre forsøg i dette projekt indikerer dels, at søstjerner er meget klumpet fordelt på områder med muslinger (forsøgsfiskeri, kapitel 10) og dels, at en meget stor del af søstjernerne stopper deres vandring, når de støder på muslinger og derved klumper sig sammen fremfor at fordele sig på hele området med muslinger (forsøg med indhegning, kapitel 8.1). Hvis dette er tilfældet, vil hyppige observationer med dykker eller videokamera af små områder med muslinger måske kunne vise, hvilken retning søstjernerne er indvandret fra.

En anden mulighed ville være at få sat en form for undervandsfotofælder op, som enten tager billeder regelmæssigt, eller som bliver styret af bevægelse. Sådanne fotofælder bruges allerede på land, men det er klart, at det giver store udfordringer at lave lignende udstyr, som kan bruges i vand.

8.3 Afprøvning og dokumentation af søstjernevod

Gennem en længere årrække er der sket en løbende udvikling af redskaber til fiskeri af søstjerner. Tidligere versioner omfattede redskaber med dele af redskabets bund udført i jernkæde. Den nyeste version af redskabet, som blev anvendt i kommercielt fiskeri i Danmark frem til 1987, er et lille vod, som spiles af en jernbom med en længde på ca. 4 meter. Selve vodposen er fremstillet i syntetisk net og indeholder generelt ingen metaldele udover eventuelle afstandsgivere på undertællen i form af små stykker jernkæde.

Søstjernevoddet benyttes i forskellige konfigurationer hos forskellige fiskere i forskellige situationer (se kapitel 8.3.3). For fuldstændighedens skyld beskrives i det følgende det fuldt udrustede redskab.

8.3.1 Beskrivelse af søstjernevoddet

Søstjernevoddets opbygning fremgår af figur 8.5. Den følgende beskrivelse af voddets opbygning henviser til denne figur.

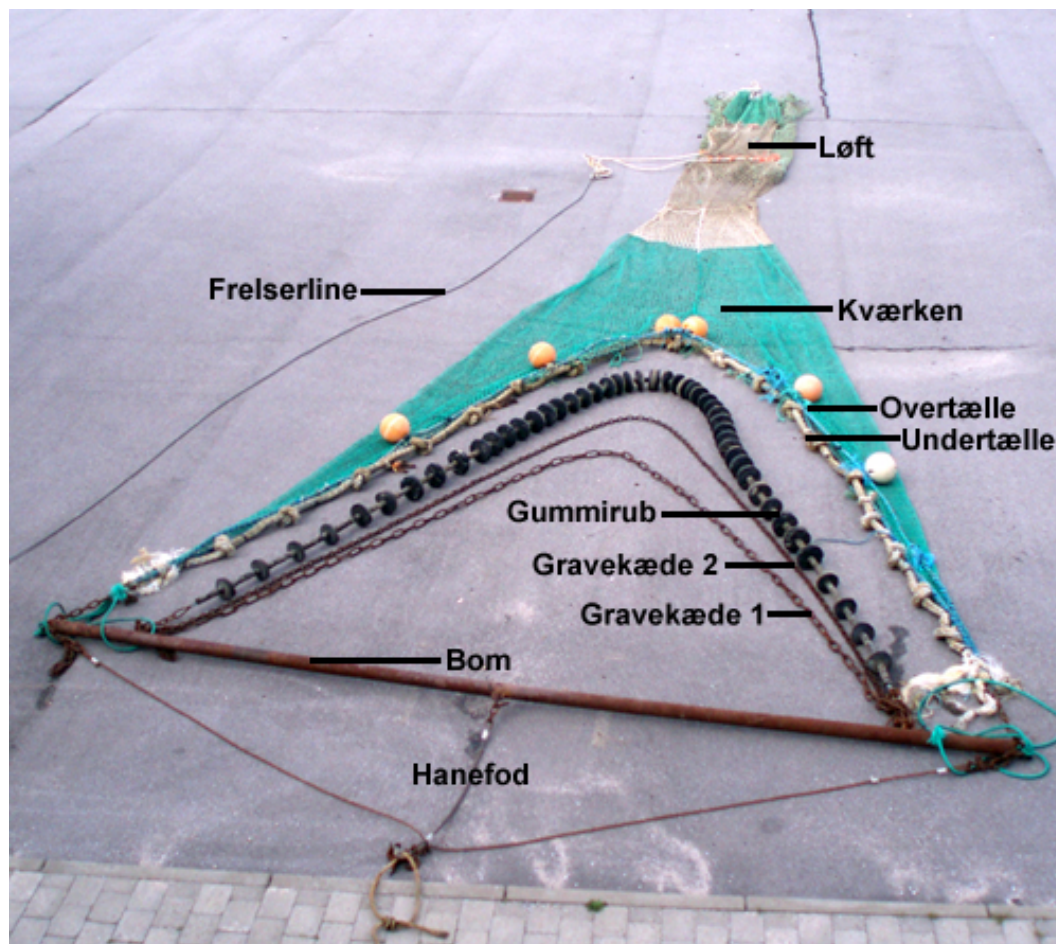
Slæbewiren fra fiskefartøjet fastgøres til redskabet i den krog, som ses nederst på billedet. Trækket fra wiren overføres til bommen med en trebenet hanefod af stålwire. På bommen er der ca. en halv meter fra bommens ender fastgjort to såkaldte gravekæder. De to kæder adskiller sig fra hinanden ved at være af forskellig længde og dimension. Den korteste kæde, og dermed den første som søstjerneerne møder, har forholdsvis store led, hvorimod den længste kæde har små led. På samme befæstningspunkt, eller et befæstningspunkt mellem gravekæderne og bommens ender, er fastgjort en såkaldt gummirub. Gummirubben er en kæde bestående af store og små gummiskiver, som kan være anbragt i indbyrdes varierende afstande. Gummirubben er længere end den længste gravekæde, og vil derfor under fiskeri placere sig som den tredje redskabsdel i rækkefølgen.

Selve trawlposen er fastgjort til bommens ender. Trawlposens underkant, også kaldet underligen eller undertællen, er udført af et kraftigt stykke tovværk. På det søstjernevod, som er afbildet i figur 8.5, er tovet i trawlposens underkant forsynet med en række knuder, som skal sikre, at trawlposens underkant altid vil være hævet fri af bunden. Andre udgaver af søstjernevoddet benytter små stykker jernkæde ophængt i en snor med en længde, som er afpasset efter den højde, man ønsker, at trawlposens underkant skal befinde sig over bunden (se figur 8.11). Endelig kan der benyttes gummiskiver, kugler (bobbins) eller lignende som afstandsgivere.

Trawlposen overkant løftes op i vandet af et antal plastkugler. Trawlposens bredde aftager henimod løftet (fangstposen). Løftet er oftest forsynet med et antal løberinge (på figur 8.5 er ringene orange), hvori der er ført et kraftigt, glat stykke tovværk, så løftet kan afsnøres og fangsten løftes ombord. Løftet bringes ombord ved hjælp af frelserlinen, som er en stålwire, der er fastgjort til den snor, som afsnører løftet. Frelserlinen er i den anden ende fastgjort til kroen, som fæstner søstjernevoddet til slæbewiren. Under normalt fiskeri ligger frelserlinen ned under

søstjernevoddets midterlinie. På figur 8.5 er frelserlinen lagt ud til venstre for voddet og er ikke fastgjort til krogen nederst i billedet.

Trawlposens ende, som ses øverst i billedet i figur 8.5, lukkes med en bindestrik.



Figur 8.5: Typisk søstjernevodd, som det anvendtes i kommercielt søstjernefiskeri i Danmark frem til fiskeriet ophørte i 1987. Som størrelsesforhold kan angives, at jernbommen, som ses på tværs i den nederste del af billedet, er fire meter lang. Se teksten for en nærmere beskrivelse af voddets opbygning. En enkelt term, som er anvendt i teksten, er ikke angivet på billedet: netmaterialet mellem over- og undertælle, i f.eks. trawlposens side, kaldes for "busen".

Til videooptagelserne blev der anvendt et specialbygget videokamera, som via kabel overførte videosignalet til en computer ombord på fiskefartøjet.

På grund af den normalt meget ringe sigt i Limfjorden blev videooptagelserne foretaget i det sene efterår og den tidlige vinter 2007, hvor algemængderne var aftagende i forhold til sommertilstanden. På dage med almindelig jævn til frisk vind ophvirvles en betydelig mængde silt fra fjordbunden, som nedsætter sigtbarheden i fjordvandet. Derfor blev der kun foretaget videooptagelser på dage, hvor der forudgående havde været en eller flere dage med svag eller ingen vind.

8.3.2 Resultater

I det følgende præsenteres resultaterne af videooptagelserne af søstjernevoddet. Resultaterne dokumenteres i den skrevne rapport af stillbilleder fra de optagne videosekvenser. Uddrag af de optagne videosekvenser kan rekvireres fra DSC på CD-rom.

I videooptagelserne er der fokuseret på en redskabsdel ad gangen, og derfor vil resultatgennemgangen følge dette mønster. Redskabsdelene vil blive gennemgået i kronologisk orden efter hvilken rækkefølge, en søstjerne møder de enkelte redskabsdele.

Bommen

Bommen spiler redskabet og vil under normalt fiskeri være hævet op over bunden. Bommens højde over bunden vil være bestemmende for de efterfølgende redskabsdeles funktion og justeres derfor løbende under fiskeri med henblik på at opnå optimal funktion. Bommens højde over bunden vil derfor kunne variere fra den højde, som ses på nedenstående figur 8.6 til meget lille højde med lejlighedsvis bundkontakt.



Figur 8.6: Bommen skimtes fra kameraet, som er anbragt på undertællen ved forkanten af trawlposens bund og ser fremad i redskabets bevægelsesretning. Den let bølgede linie øverst til højre i billedet er kablet, som benyttes til overførsel af videosignalet, og er derfor ikke en del af redskabet. Grunden til, at bommen skråner i forhold til bunden, er, at fiskefartøjet på dette tidspunkt i slæbet foretager en let drejning mod højre. Når der sejles lige ud er bommen vandret.

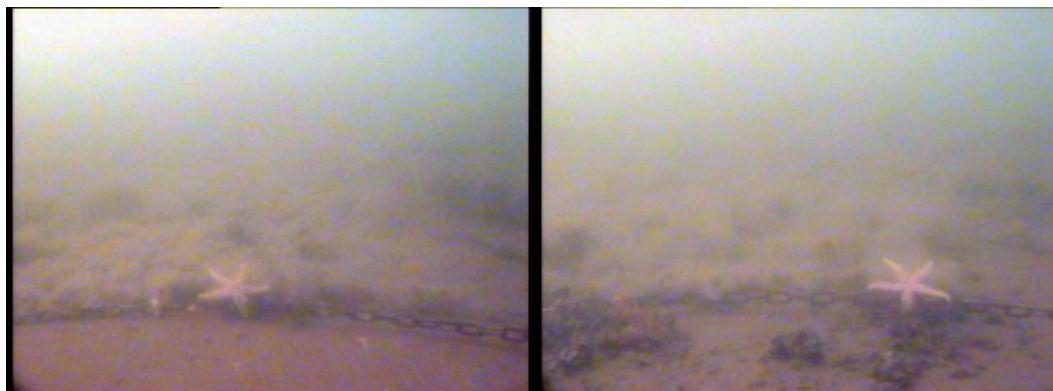
Når bommen befinder sig i meget lav højde over bunden, vil de strømhvirvler som dannes på bommens bagside kunne hvirvle silt op fra bunden.

Første gravekæde

Første gravekæde har til formål at løsrive søstjernerne fra underlaget. Kæden har i dette tilfælde store led og vil derfor have en bestemt adfærd, når den trækkes henover bunden med hensyn til at løsrive søstjerner, skride over muslingebanker m.v.

Som det fremgår af figur 8.7 ophvirvler gravekæden det fine, lyse slammateriale som ligger på fjordbunden. Dette er dog kun tilfældet, når der fiskes udenfor muslingebankerne. På muslingebankerne ligger der kun lidt silt, og kæden hæver sig fra bunden og følger toppen af de muslinger, der ligger på banken. Der er derfor væsentlig mindre ophvirvling af silt ved gravekædens passage af sammenhængende muslingebanker.

Gravekæden er effektiv til at løsne søstjernerne fra underlaget. Når søstjernen møder kæden bliver den typisk skubbet fremad og på grund af vandstrømmen flipper den op og slår en baglæns kolbøtte over kæden. Kæden passerer således under de søstjerner, som den løsner. En del søstjerner sidder dog så fast eller så lavt i forhold til kæden, at kæden blot passerer henover dem.



Figur 8.7: Første gravekæde set fra kameraet, som er anbragt på bommen, og således ser bagud i forhold til redskabets bevægelsesretning. På billedet til venstre fiskes der på bar sandbund, og på billedet til højre fiskes der på en sparsom forekomst af muslinger. På begge billeder kan anden gravekæde og gummirubben skimtes midt i billedets højre side. På bar sandbund glider kæden jævnt henover bunden, og ved passage af muslinger, sten og lignende, glider kæden op over dem. På grund af kædens korte længde er den forholdsvis stram, og den former sig derfor kun i begrænset omfang efter bunden og når derfor ikke ned til bunden over hele sin længde, når den passerer forhøjninger (se billedet til højre).

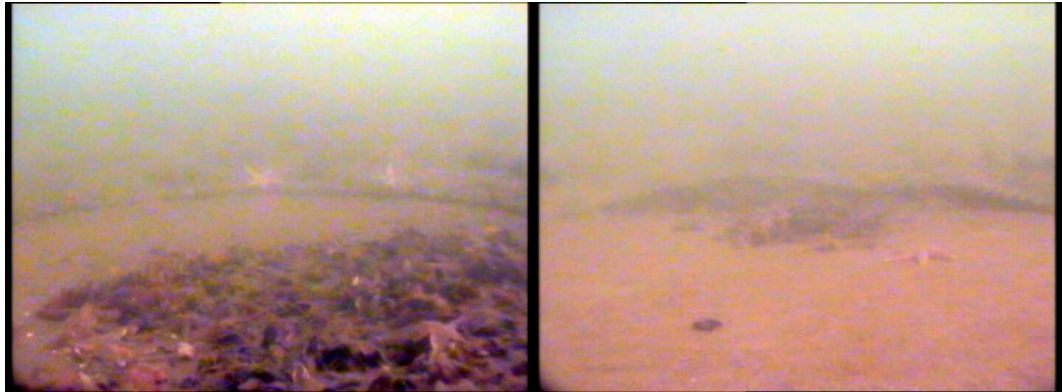
Anden gravekæde

Formålet med den anden gravekæde er det samme som for den første gravekæde, men anden gravekæde er som regel af en anden dimension, så den har en lidt

anderledes adfærd i forhold til bunden end den første gravekæde. Derved søges det at få løsrevet de søstjerner, som undgik at blive løsrevet af den første gravekæde.

For ikke at genere videooptagelserne med ophvirvlet silt, var første gravekæde afmonteret ved optagelserne af anden gravekæde.

Ophvirvling af sediment og løsrivning af søstjerner svarer til det observerede ved første gravekæde (se figur 8.8).



Figur 8.8: Anden gravekæde set fra kameraet, som er anbragt på bommen, og således ser bagud i forhold til redskabets bevægelsesretning. Første gravekæde er ikke monteret under disse optagelser. På billedet til venstre fiskes der på et stykke bar sandbund, hvor kæden lægger sig på overfladen. Til højre ses kæden passere en lille klump muslinger, og det ses, at kæden ubesværet glider over muslingerne og tilpasser sig formen af banken. På trods af sit navn graver kæderne ikke i bunden eller muslingerne, men glider ubesværet henover sedimentoverflader muslingebanker m.m. På begge billeder kan gummirubben skimtes yderst i højre side, lidt over billedets midte.

Gummirubben

Gummirubbens formål er at skabe en strømhvirvel, som kan løfte søstjernerne op i vandfasen. Der skabes et sug bag gummirubben, og søstjerner og andet relativt let materiale hvirvles op. Næsten alt materiale passerer under gummirubben, og kun enkelte krabber, der svømmer op i vandet for at undgå redskabet, passerer over. Det bemærkes, at skiverne på gummirubben ikke ruller i forbindelse med bundkontakt.

For ikke at genere videooptagelserne af gummirubben med ophvirvlet silt, var begge gravekæder afmonteret ved optagelserne.

På grund af den strømhvirvel, som står bag gummirubben, kan gummirubben forårsage ophvirvling af silt, når der fiskes på andet end muslingebanker.

Søstjernerne løftes op i vandet umiddelbart efter gummirubben har passeret dem (se figur 8.9). Søstjernerne vendes typisk en halv gang rundt, så undersiden

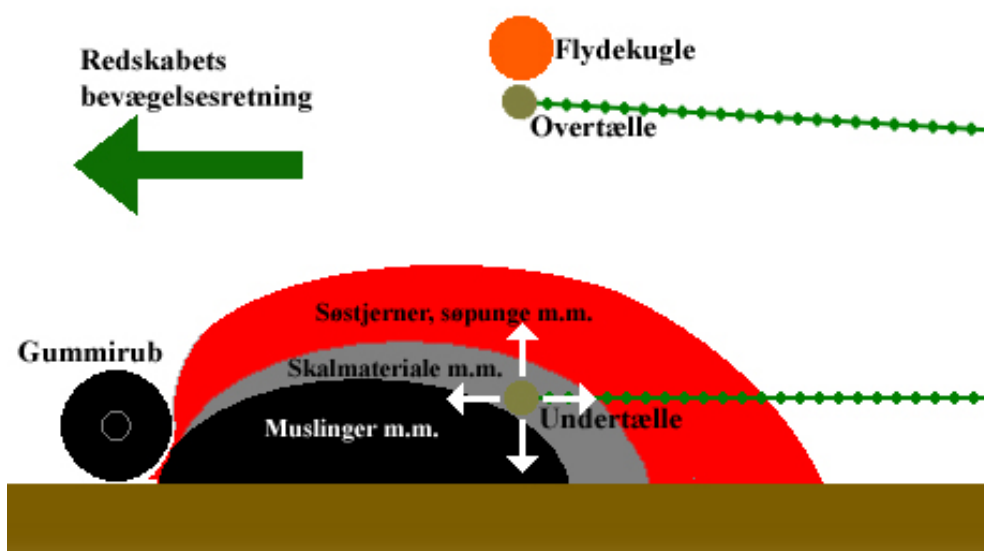
vender opad, og de hvirvles højere op i vandet end nogen andre organismer eller genstande.



Figur 8.9: Gummirubben set fra kameraet, som er anbragt i busen i trawlposens venstre side. Kameraet ser således på tværs i forhold til redskabets bevægelsesretning, som er mod nederste venstre hjørne af billedet.

Undertællen

Undertællen er den del af redskabet, som står for den endelige selektion af fangsten. Søstjerneerne holder sig svævende i vandsøjlen i længere tid end øvrigt materiale, og de vil således befinde sig oppe i vandsøjlen, når undertællen passerer. Undertællens højde over bunden bestemmer således, hvor selektionsgrænsen skal være. Sænkes undertællen fiskes flere søstjerner, idet de søstjerner, som kun løftes lidt op i vandet af gummirubben, også vil befinde sig over undertællen, når denne passerer, men der vil samtidigt også blive fanget en del af de skaller, muslinger og andet, som måtte være hvirvlet op til denne højde. Hæves undertællen, vil der kunne fiskes færre søstjerner, men andelen af bifangst vil blive reduceret. Se figur 8.10 for en principskitse af selektionsprincippet.



Figur 8.10: Principskitse af selektionsprincippet i et søstjernevod. De farvede felter angiver den udstrækning, de forskellige organismer og materialer kan løftes op i vandsøjlen. Det bemærkes, at alle de farvede felter begynder nede ved fjordbunden, men kun det sorte kan ses i sin fulde udstrækning. De fire hvide pile ved undertællen angiver de retninger, som undertællen kan justeres i.

8.3.3 Forskellige konfigurationer af søstjernevodet

Som tidligere nævnt, benyttes søstjernevodet i forskellige konfigurationer hos forskellige fiskere i forskellige situationer. Det er således ikke alle fiskere, som ønsker at benytte gravekæder, og nogle fiskere mener, at en enkelt gravekæde er tilstrækkelig. Endvidere vurderer den enkelte fisker behovet for tilpasning af redskabet i forhold til f.eks. søstjernernes grad af fasthæftning til underlaget. Således kan man på vejr- og strømmæssigt stille dage på bestemte årstider opleve, at søstjerne sidder meget løst og uproblematisk kan fanges uden brug af gravekæder. Hvis der omvendt er stærk strøm i området, og søstjerne derfor hæfter sig til underlaget, kan det være nødvendigt at benytte gravekæder for at opnå et effektivt fiskeri.

Andre justeringer af voddet i relation til den givne fiskesituation kan være justering af længderne af gravekæder og gummirub. Derved kan afstanden mellem eksempelvis gummirub og undertælle afpasses præcist med henblik på at selektere optimalt mellem de på lokaliteten forekommende materialer og organismer, samt hvor længe søstjerne kan holdes i suspension, efter at gummirubben har passeret.

Endvidere kan undertællens højde over bunden justeres ved eventuelle justerbare afstandsgivere (se figur 8.11). Undertællens højde over bunden kan også justeres løbende under fiskeriet ved at ændre bommens højde over bunden. Dette gøres i praksis ved at ændre på f.eks. slæbehastighed og wirelængden ned til redskabet.

Lav hastighed og lang wire vil bevirke, at bommen, og dermed undertællen, går lavt og vice versa. Ofte vil slæbehastigheden dog være bestemt af kravene til den hvirvel, som skal skabes bag gummirubben for at få løftet søstjerneerne tilpas højt op i vandsøjlen.



Figur 8.11: Afstandsgivere på undertælle af søstjernevod. **Øverst:** faste afstandsgivere i form af knuder på kraftig undertælle. **Midterst:** Faste afstandsgivere i form af tovværkskvaste og justerbar afstandsgiver i form af metaldele ophængt i tovværk. **Nederst:** Faste afstandsgivere i form af tovværkskvaste.

Generelt må det konstateres, at søstjernevoddet er et redskab, som kræver en betydelig fingerspidsfornemmelse for de enkelte justeringsmuligheders konsekvenser. Således blev det eksempelvis observeret ved flere videooptagelser, at en hastighedsændring på blot 0,2 knob betød en betydelig ændring i hvor stor en andel af de ophvirvlede søstjerner, som passerede over hhv. under undertællen.

8.3.4 Redskabets påvirkning af bunden

Som det blev observeret ved videooptagelserne, vil gravekæder, gummirub og i visse tilfælde også bommen, kunne forårsage en ophvirvling af silt og mudder fra fjordbunden. På grund af denne ophvirvling er det ikke muligt på optagelserne af redskabet at bedømme redskabets påvirkning af bunden.

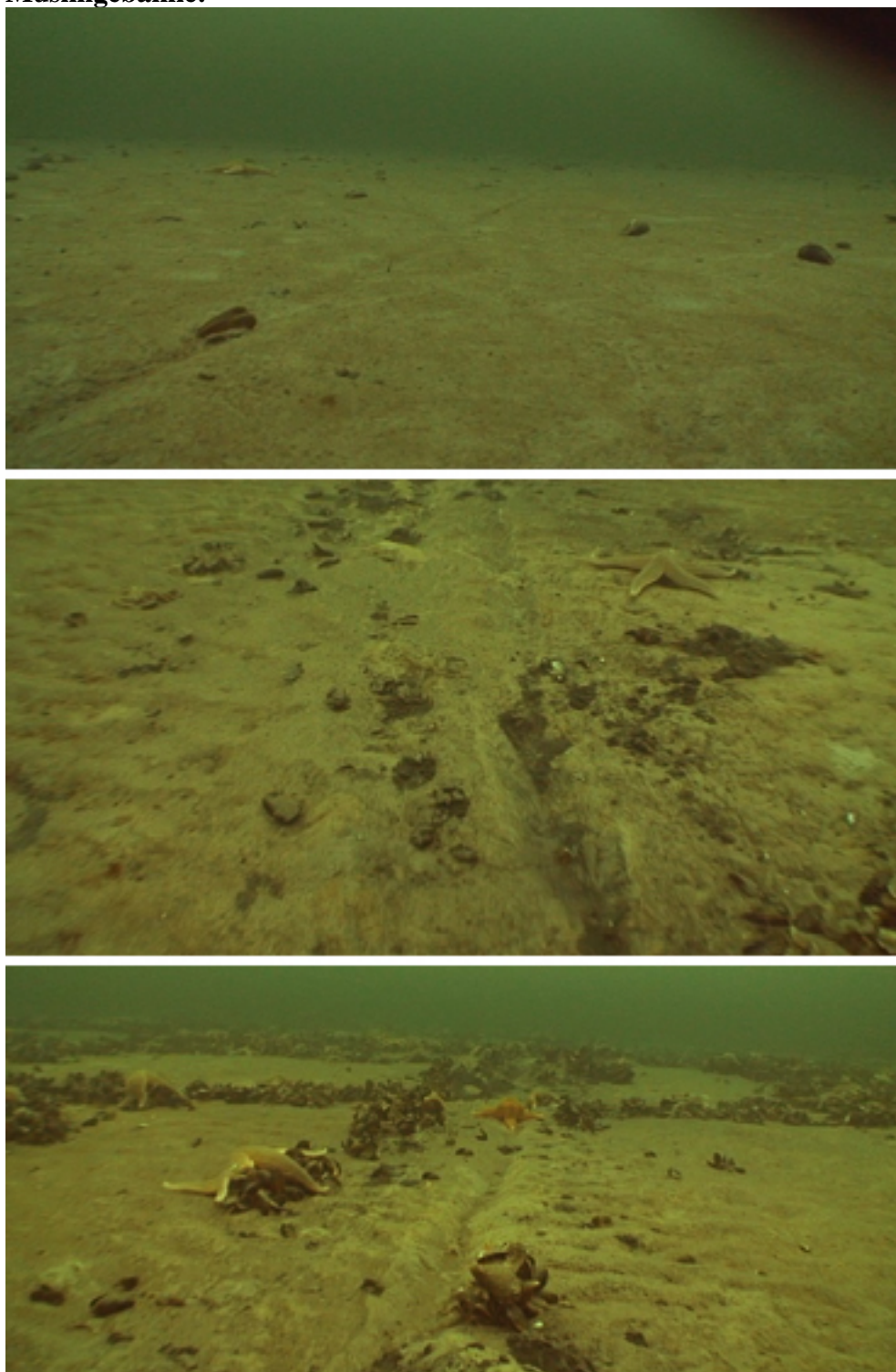
Der blev derfor ved to lejligheder foretaget dykkerundersøgelser af den befiskede bund.

Den første undersøgelse fandt sted i Løgstør Bredning, hvor der var fisket på en formentligt naturlig muslingebanke. Fiskeriet havde fundet sted dagen før dykkerobservationerne.

Den anden undersøgelse fandt sted i Sallingsund, hvor der blev fisket på en sandbund med enkelte sten, muslinger og andre organismer.

I det følgende er påvirkningen illustreret med kommenterede billeder.

Muslingebanke:



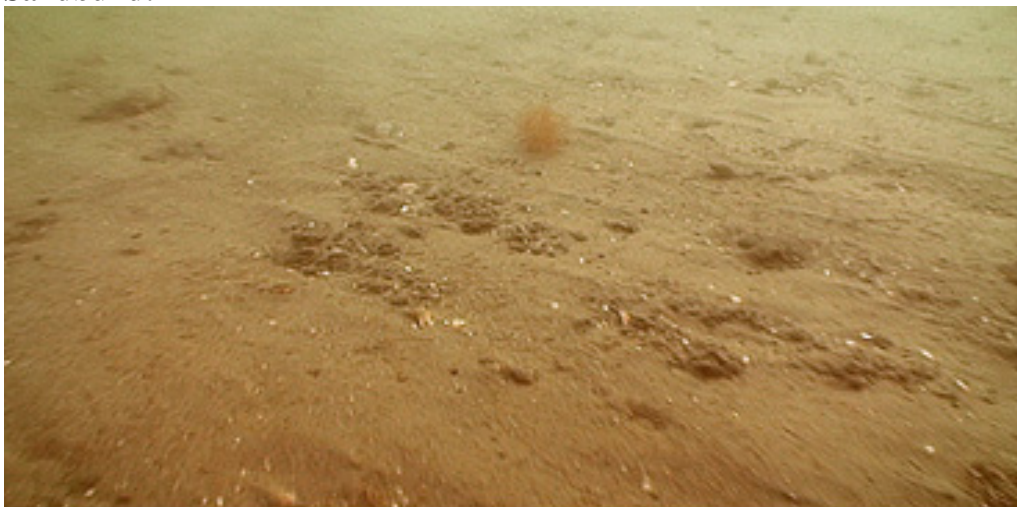
*Figur 8.12: Foto af området i Løgstør Bredning et døgn efter passage af søstjernevod. **Øverst:** to slæbespor krydser hinanden. Et starter i nederste venstre hjørne, det andet krydser det første i billedets midte. **Midt:** nærbillede af fure fra frelserline. **Nederst:** furen, hvor den går ind på muslingebanken.*

Muslingebanke



*Figur 8.13: Foto af muslingebanke et døgn efter passage af søstjernevod. **Øverst:** På muslingerne er det mest fremtrædende spor efter voddet, at der er efterladt et tyndt lag fint mudder eller silt på muslingernes overflade. **Midt:** Klump af muslinger, som er blevet skubbet rundt af voddet. **Nederst:** Når en klump af muslinger skubbes foran voddet, skabes der en tilsvarende bred og dyb fure i bunden.*

Sandbund:



*Figur 8.14: Foto af sandbund få timer efter passage af søstjernevod. **Alle 3 fotos:** Sporene fra voddet står tydeligt i sandet. Sporene tolkes at være fra gravekæder og gummirub. Netposen har således ikke slæbt på bunden ved dette træk, som kun gav få søstjerner.*

Sandbund:



*Figur 8.15: Foto af sandbund få timer efter passage af søstjernevod. **Øverst:** Når en klump af muslinger skubbes foran voddet skabes i bunden en tilsvarende bred og dyb fure, som stopper brat, når klumpen slipper fri. **Midt:** Søpunge, som er blevet delvist dækket af fint sediment. **Nederst:** Sønelliker står, formentlig på grund af forstyrrelsen, med tentakelkronen trukket tilbage. Også her er der et tyndt lag sediment på de organismer, voddet har passeret.*

8.3.5 Diskussion

Som det fremgår af billederne, vil søstjernevoddet ophvirvle en del af det lette sediment, som ligger øverst på fjordbunden. Mængden af dette sediment er særligt stor på disse optagelser, eftersom optagelserne bevidst er henlagt til dage med klart vand, hvor silt og mudder er bundfældet fra vandfasen.

Søstjernevoddet bevæger sig på overfladen af sedimentet eller de forekommende muslingebanker. Kun i meget sjældne tilfælde kan klumper af materiale, som f.eks. muslinger, blive skubbet et stykke vej af søstjernetrawlet og derved grave en fure af samme størrelse som klumpen. Det er ikke klarlagt præcist, hvordan disse klumper kommer i klemme ved voddet, og hvilke af redskabets dele det kan ske ved.

Søstjernevoddet kan løsrive en del af de søanemoner, søpunge og makroalger, som det passerer. Søanemonerne kan ved egen hjælp fasthæfte sig på ny, men arter af søpunge, som f.eks. *Styela clava*, kan ikke forventes at kunne hæfte sig igen, og en del af dem må derfor forventes at gå til grunde. Der blev kun påtruffet ganske få makroalger i de områder, hvor der blev fisket med søstjernetrawlet, og der var i vid udstrækning tale om små buskformede rødalger. Flere af disse kan vokse videre som løstliggende alger uden at være fasthæftet til underlaget. Det er ikke muligt på videooptagelserne at afgøre, om algerne var løstliggende eller fasthæftede, før søstjernevoddet passerede.

Undersøgelserne skete i en vis udstrækning under atypiske forhold med hensyn til slæbehastighed. Den højere hastighed blev valgt for at sikre den bedst mulige optagelse af redskabets virkningsmåde. Redskabets fiskeeffektivitet er nedsat på grund af den forhøjede hastighed og kan derfor ikke bedømmes ud fra disse optagelser.

I undersøgelserne af effekterne af fiskeri på muslingebanker blev der generelt ikke konstateret beskadigede muslinger. Dog forekom der enkelte tilfælde af klumper af muslinger, som var blevet vendt rundt ved redskabets passage.

9 Udvikling og dokumentation af modificeret vod

En del af formålet med arbejdsplan 1B var, at såfremt der måtte vise sig potentiale herfor, skulle metoderne søges videreudviklet eller tilpasset med henblik på at opnå optimal effektivitet og skånsomhed under danske forhold.

Det traditionelle søstjernevod benytter en eller to jernkæder til at frigøre søstjerne fra det underlag, de befinder sig på. Disse kæder, som benævnes gravekæder, fungerer efter flere fiskeres opfattelse ikke altid optimalt, da de kan gå hårdere i bunden, end det er nødvendigt for at bringe søstjerne løs fra underlaget.

På et møde blev det drøftet, om der kunne foretages ændringer af kædearrangementet med henblik på at optimere redskabets funktion. Der blev i den forbindelse fremsat forslag om en ændring af redskabet, så der ikke længere benyttes en eller to nøgne jernkæder, men et stormasket net, som er kantet af en kæde.

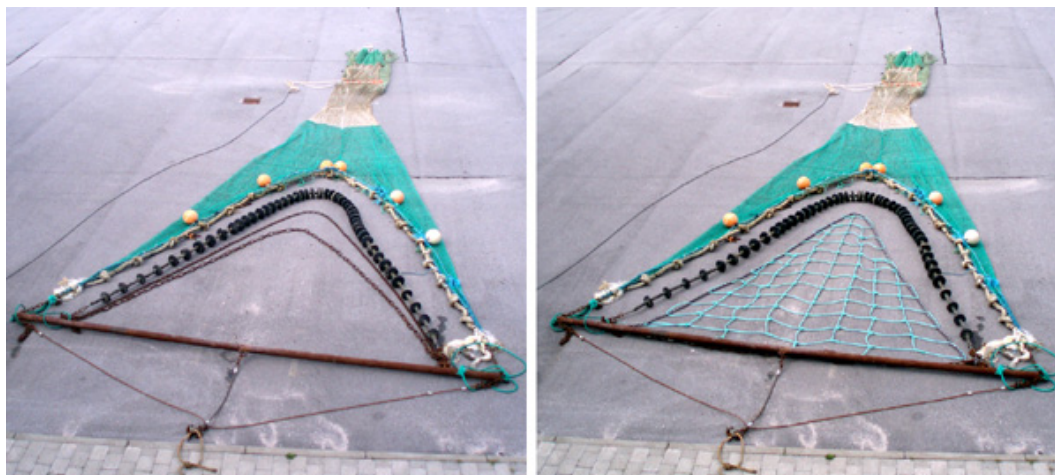
9.1.1 Materialer og metoder

Det stormaskede net er fremstillet af 10 mm blytov, som er bundet i kvadratiske masker. Maskerne er orienteret parallelt i forhold til redskabets trækretning og har en størrelse på ca. 20-30 cm målt som halvmasker. Nettet er kantet med en 10 mm jernkæde, og hele nettet med jernkæde vejer ca. 26 kg i tør tilstand. Hele arrangementet er hæftet på jernbommen, som spiler redskabet.

Ændringen er illustreret på figurerne 9.1 og 9.2. Ændringen omfatter kun kædearrangementet. Ingen andre dele af redskabet eller dets anvendelsesmåde ændres.

Teorien omkring nettets funktion er, at nettet vil sikre, at en søstjerne på voddets vej møder et antal tværgående snore, som er bløde, og derfor kan få fat i søstjernes overflade, som er besat med små kalkpigge. Kæden i nettets kant sikrer, at nettet holdes udstrakt og tynget ned. Jernkæden i nettets kant indtager samme position, som den nøgne jernkæde gjorde i det hidtige redskab, men kæden vil nu være forhindret i at grave sig ned i bunden, fordi den er tvunget til at følge nettets placering i forhold til bunden. Nettet vil antageligt gøre, at kæden mere nænsomt løftes over kanter på muslingebanker og lignende.

For at dokumentere nettets virkning blev det afprøvet under praktisk forsøgsfiskeri. Under fiskeriet var søstjernevoddet påmonteret et specialdesignet videokamera. Derved var det muligt at følge nettets opførsel og virkemåde under fiskeriet på de forekommende bundtyper med eller uden søstjerner.



Figur 9.1: T.v.: Søstjernevod, med gravekæder i traditionel udformning. T.h.: søstjernevod, hvor de to gravekæder er erstattet af den nyudviklede netanordning.



Figur 9.2: Nærbillede af søstjernevod, hvor de to gravekæder er erstattet af en nyudviklet netanordning. Nettet er bundet af 10 mm blytov og har en maskevidde på ca. 200 mm halvmåske. Kæden, som udgør nettets bagkant, er placeret samme sted, som den ene af gravekæderne tidligere fandtes.

9.1.2 Resultater

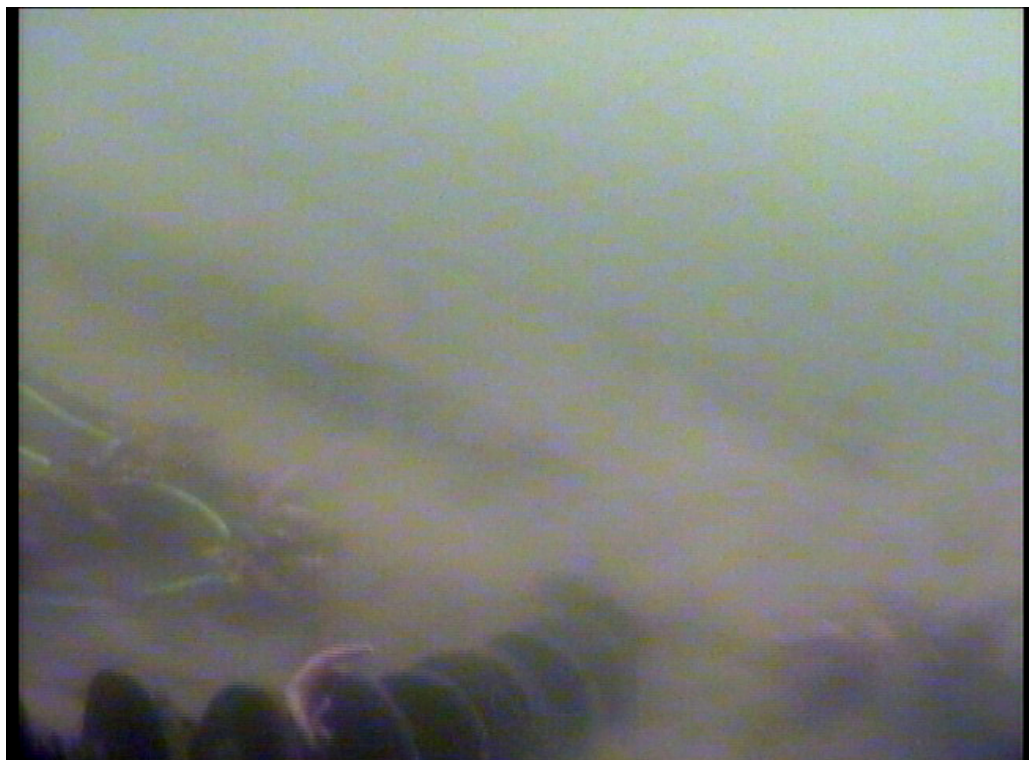
På videosekvenserne optaget under det praktiske forsøgsfiskeri med det modificerede søstjernevod ses det, at kun nettets bageste del har kontakt til fjordbunden. Den forreste del af nettet er under fiskeriet løftet fra bunden på grund af dets montering på bommen. Se figur 9.3.



Figur 9.3: Den nyudviklede netanordning under praktisk fiskeri. Det ses, at nettet stort set kun berører fjordbunden med kantkæden og nettets bageste del. Hovedparten af nettet er løftet fri af bunden på grund af fasthæftningen på bommen, og vandstrømmen, som rammer nettets underside. Øverst til højre i billedet skimtes overkanten af trawlposen og enkelte af de kugler, som giver overtællen dens opdrift. Det blå tov med et sort og et hvidt snoet kabel, som ses øverst i billedet til venstre, anvendes til overførsel af bl.a. videosignalet. Det er således ikke en del af redskabet.

På trods af at nettet er fremstillet af blytov, forårsager vandstrømmen, at nettets centrale del kun lejlighedsvist berører bunden. Den allerbagerste del af nettet kan således komme til at stå som en pose afgrænset af kæden. Se figur 9.4. I posen opsamles en del søpunge og andet materiale, og dette bidrager tilsyneladende til et øget løft af nettet. Nettets tværgående snore opsamler en del søpunge og andet materiale, som gør, at nettets modstand mod vandstrømmen øges.

Selv hvis slæbehastigheden sænkes, og bommen sænkes, så den næsten berører bunden, er store dele af nettet stadig ikke i berøring med bunden.



Figur 9.4.: Den nyudviklede netanordning under praktisk fiskeri. Det ses, at nettets bageste spids (til venstre i billedet) danner en pose på grund af vandstrømmen.

Jernkæden, som nettet er fastgjort til, går på bunden og fungerer på samme måde, som den nøgne gravekæde gør det ved redskabet i sin sædvanlige udformning. Nettet ser dog ud til at øge størrelsen af den hvirvel, som står bag jernkæden, så søstjerneerne i flere tilfælde løftes højere op i vandet ved passagen af kæden med net end ved passage af den nøgne gravekæde. Flere søstjerner løftes endda så højt, at de passerer over gummirubben. De søstjerner, som passerer over gummirubben, kan efterfølgende blive løftet yderligere af hvirvlen bag gummirubben, eller de kan også falde gennem hvirvlen og ende med at gå under trawlposens underkant.

Der blev konstateret et betydeligt slid på nettets underside fra dets kontakt med fjordbunden.

9.1.3 Diskussion

Det nyudviklede net har vist sig at være for let til den konkrete anvendelse på trods af, at det er fremstillet af blytov. Nettet svæver i vandet, og højden, som nettet svæver over bunden, afgøres af, hvor højt bommen går. Selvom bommen sænkes ned, til den næsten rører bunden, holder nettet sig svævende ca. 10 cm over bunden. Nettet har derfor ikke nogen effekt på de søstjerner, som måtte befinde sig under nettet. Skal nettet ned og røre bunden, skal det pålægges en betydeligt større vægt, og det vil således komme til at udgøre en betydelig del af det samlede søstjernevods vægt. Derved vanskeliggøres håndteringen af redskabet under fiskeri, og et tungere net vil formentlig ikke øge redskabets skånsomhed.

Når bommen går tæt på bunden, når hvirvlen bag bommen helt ned til bunden og hvirvler derved materiale op. Dette materiale er bl.a. søpungen *Styela clava*, som ofte har en let kroget vækstform. Denne vækstform medvirker til, at søpungene hænger fast i nettet, når de hvirvles op af bommen, men også muslingeskaller, søstjerner og makroalger ses ofte fanget i nettets masker.

Jernkæden i nettets kant er tung nok til at følge bunden. Jernkæden fungerer her helt som den nøgne gravekæde, der løsner søstjernerne fra underlaget og tvinger dem til at passere over kæden. Strømhvirvlen, som står bagved nettets kantkæde, synes dog at være større end hvirvlen bag den nøgne gravekæde. Dette skyldes formentligt, at den ydre kant af nettets yderste maskerække er flettet ind i kædeleddene. Kæden med net er derfor tykkere end kæden ville være uden net, og den kan derved skabe en større hvirvel.

Der blev konstateret et betydeligt slid på nettets underside fra dets kontakt med fjordbunden. Dette er bemærkelsesværdigt, idet størstedelen af nettet ikke er i berøring med bunden under normale fiskeribetingelser. Til fremstilling af nettet blev der valgt et blødt tovværk. Begrundelserne for ikke at vælge et mere hårdtslået tovværk var dels, at nettet skulle kunne føje sig efter bundens ujævnheder og dels, at et blødt tovværk ville kunne gribe fat i kalkpiggen på søstjernernes overflade og derved rive dem løs fra underlaget. Der er dog ingen tvivl om, at et så blødt materiale ikke er holdbart i længden til denne type net.

Søstjernemoppen, som er beskrevet tidligere, har en stor evne til at gribe fat i søstjernerne. Det er ikke utænkeligt at selve moppematerialet vil kunne benyttes i en kombination med det moderne søstjernevod, hvor det kunne erstatte eller forbedre gravekædernes funktion.

9.1.4 Konklusion

Det nyudviklede net har ikke vist nogen nævneværdig forbedring af søstjernevodets effektivitet eller skånsomhed. Hvis nettet skal bringes til at virke efter hensigten, skal vægten af nettet øges betydeligt. Det er tvivlsomt, om det vil være realistisk at anvende et meget tungere net på denne redskabstype.

Nettet blev vurderet at være udsat for meget stor slitage, så ved en eventuel videreudvikling af nettet, vil der skulle anvendes et mere hårdført materiale.

Der kan være et fremtidigt udviklingspotentiale i at kombinere moppeteknikken med det moderne søstjernevod, hvor moppen muligvis kan bruges i stedet for gravekæder til at løsne søstjernerne med.

10 Forsøgsfiskeri

I projektets arbejdsplan 1C blev det undersøgt i hvilket omfang, en lokal forekomst af søstjerner kan befiskes.

I bundkulturer udgør søstjerner ofte et betydeligt problem. Søstjernerne kan på kort tid indfinde sig i store mængder og udrydde en lokal bestand af muslinger. Forekomsten af søstjerner kan således være afgørende for, om det overhovedet er muligt at drive opdræt af muslinger i bundkultur.

Muslingefiskere i Limfjorden har således gentagne gange oplevet, at nyudlagte muslinger er reduceret til tomme skaller i løbet meget kort tid efter udlægningen. Ønsket om at kunne befiske søstjernebestanden, i de områder hvor der foretages udlægning af muslinger i bundkulturer, er således en naturlig følge af disse observationer.

Dette ønske leder til en idé om et muligt administrationsgrundlag for søstjernefiskeri. I stedet for en regulering af søstjernebestanden via kvoter og andre traditionelle reguleringsredskaber, kunne fiskeriet efter søstjerner begrænses til kun at finde sted i de områder, hvor der er kommercielle interesser i opdræt eller fiskeri af muslinger m.m.. De områder, hvor der ikke foregår kommerciel udnyttelse af muslinger m.m., vil således være lukket for søstjernefiskeri, og bestanden vil her have forstyrrelsesfrie områder. Princippet i denne regulering er altså meget lig den regulering, der i dag anvendes i forbindelse med planlægningen af udnyttelse af f.eks. fuglevildt på landjorden.

10.1 Område 9, maj 2007

I det følgende beskrives det forsøgsfiskeri, som blev udført i produktionsområde 9, Kaas Bredning, i maj 2007.

Formålet med forsøgsfiskeriet var at foretage et udtynningsfiskeri, hvor effektiviteten af fiskeriindsatsen kunne belyses.

10.1.1 Materialer og metoder

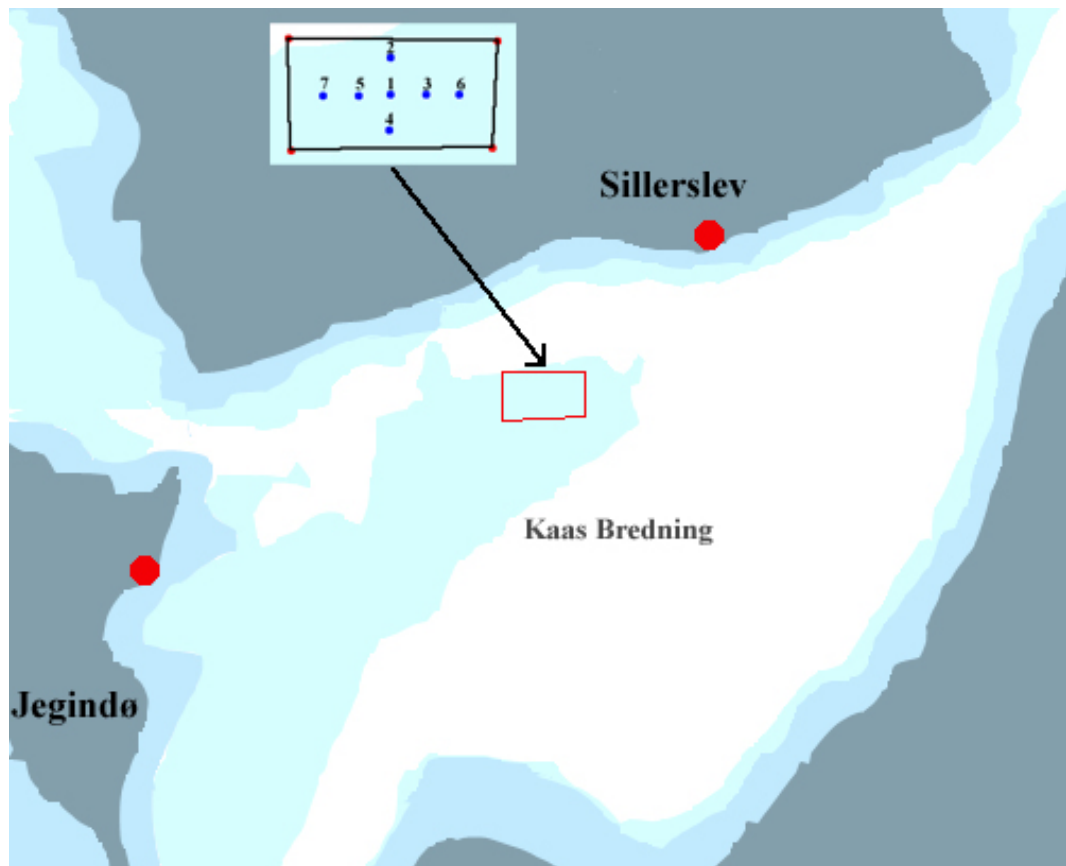
Forsøgsfiskeriet blev udført på en omplantningsbanke i den nordvestlige del af Kaas Bredning (se figur 10.1). Området måler ca. 800x400 m, og den gennemsnitlige vanddybde er ca. 6 meter.

Forekomsten af søstjerner blev kvantificeret ved dykkerundersøgelser. På syv udvalgte stationer blev der dykket et transekt med en længde på 25 meter og en bredde på 1 meter. Alle søstjerner indenfor transektbredden blev opsamlet i en netpose og bragt ombord på båden til nærmere undersøgelse. Umiddelbart efter at søstjernerne var bragt ombord blev den samlede vægt af søstjernerne opgjort, og op til 50 individer blev størrelsesmålt.

Størrelsesmålingen blev foretaget ved at måle fra centrum af centralskiven til spidsen af en for individet repræsentativ arm. Målingen blev udført til nærmeste

halve centimeter. Størrelsesmålet er altså udtrykt som længden af en arm. I nogle andre undersøgelser anvendes størrelsesmålet ”søstjernens diameter”. Dette mål opnås ved at måle armlængden og gange med 2 (F.eks. Gaymer, 2001; Wong, 2005)

Forsøgsfiskeriet blev udført af tre fiskefartøjer, som alle benyttede det traditionelle søstjernevod, som findes udførligt beskrevet i afsnit 8.3.



Figur 10.1: Kortskitse over Kaas Bredning, med angivelse af området, hvor der blev udført forsøgsfiskeri efter søstjerner i maj 2007. Området måler ca. 800x400 m.

10.1.2 Resultater

Ved monitoringen forud for forsøgsfiskeriet blev der ved dykkermonitoreringen konstateret en høj koncentration af søstjerner i forsøgsområdet. Søstjernerne opholdt sig primært på de muslingedækkede dele af området, og kun enkelte søstjerner var at finde på de sandlommer, som fandtes mellem muslingebankerne.

Der blev den 30. april 2007 observeret en gennemsnitlig forekomst på 7 transekter på 0,79 søstjerne/m², og en biomasse på gennemsnitligt 0,28 kg søstjerne/m². Dette indikerer en gennemsnitlig vægt/søstjerne på 354 g.

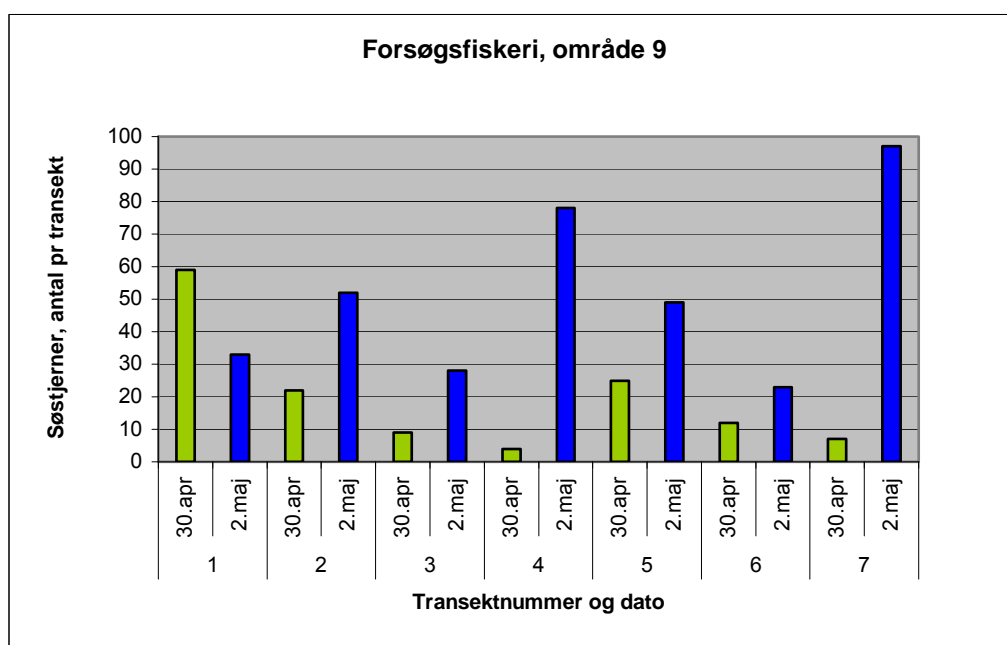
Den 1. maj 2007 blev der udført forsøgsfiskeri i området. Fiskeriet blev udført af tre fartøjer, som tilsammen landede ca. 30 tons søstjerner. Fangsten var fordelt på

de tre fartøjer med henholdsvis ca. 15 tons, ca. 7 tons og ca. 8 tons. Landingerne svarer til en høst af biomasse på $0,09 \text{ kg søstjerne/m}^2$, og det skulle som sådan altså udgøre ca. 32 % af den forekommende søstjernebiomasse, hvis det antages, at fiskerne har formået at fiske jævnt fordelt og udelukkende indenfor området.

Der blev den 2. maj 2007 observeret en gennemsnitlig forekomst på 7 transekter på $2,06 \text{ søstjerne/m}^2$, og en gennemsnitlig biomasse på $0,69 \text{ kg søstjerne/m}^2$. Dette indikerer en gennemsnitlig vægt/søstjerne på 334 g.

Den 8.maj blev der igen udført fiskeri i området, og ved denne lejlighed lander 4 fartøjer tilsammen ca. 30 tons søstjerner. Dette fiskeri var ikke omfattet af bestandsmonitoring.

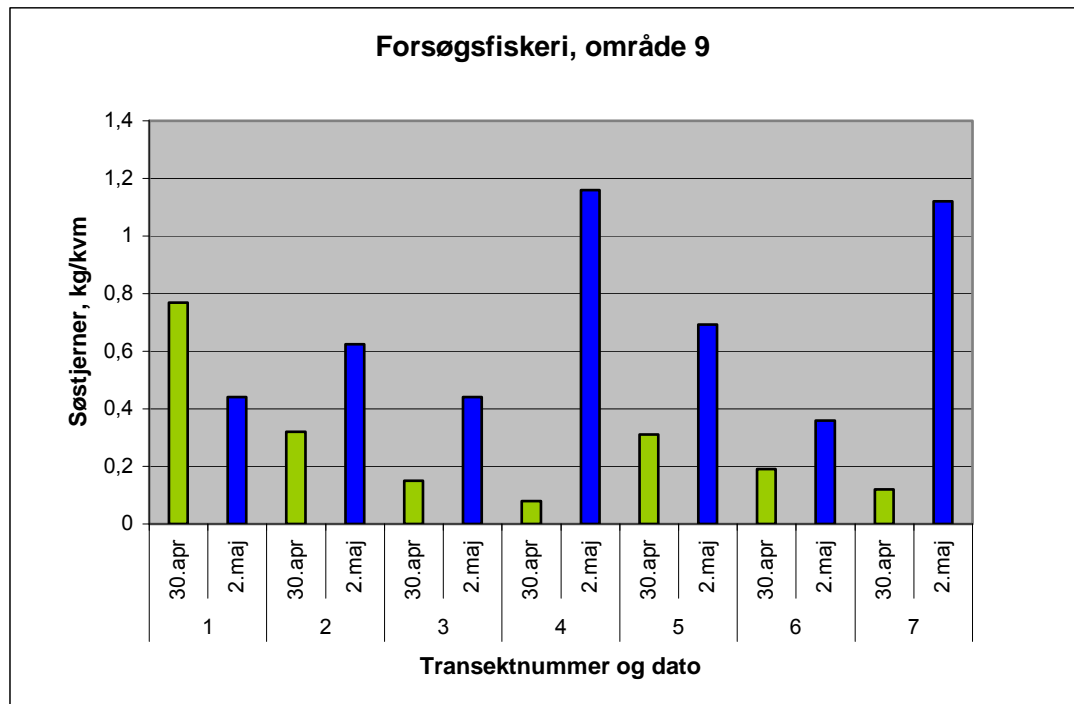
De observerede data for søstjerner på de respektive transekter er præsenteret i de følgende figurer.



Figur 10.2: Antallet af søstjerner på de 7 transekter hhv. før og efter forsøgsfiskeri efter søstjerner i maj 2007.

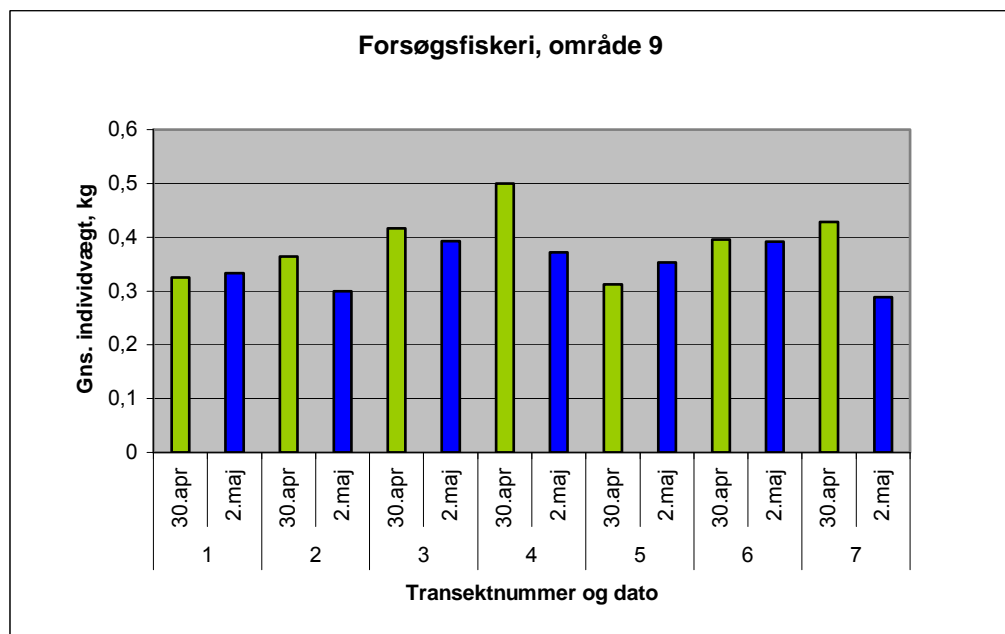
Som det fremgår af figur 10.2 optrådte der på alle transekter, pånær transekt 1, flere søstjerner dagen efter fiskeriet. For forsøgsområdet som helhed, er der flere søstjerner efter fiskeriet end der var før (Students T-test, $p=0,04$).

Dette afspejles også i biomassen på de enkelte transekter (figur 10.3.). For forsøgsområdet som helhed, er der en større biomasse af søstjerner efter fiskeriet end der var før (Students T-test, $p=0,03$).



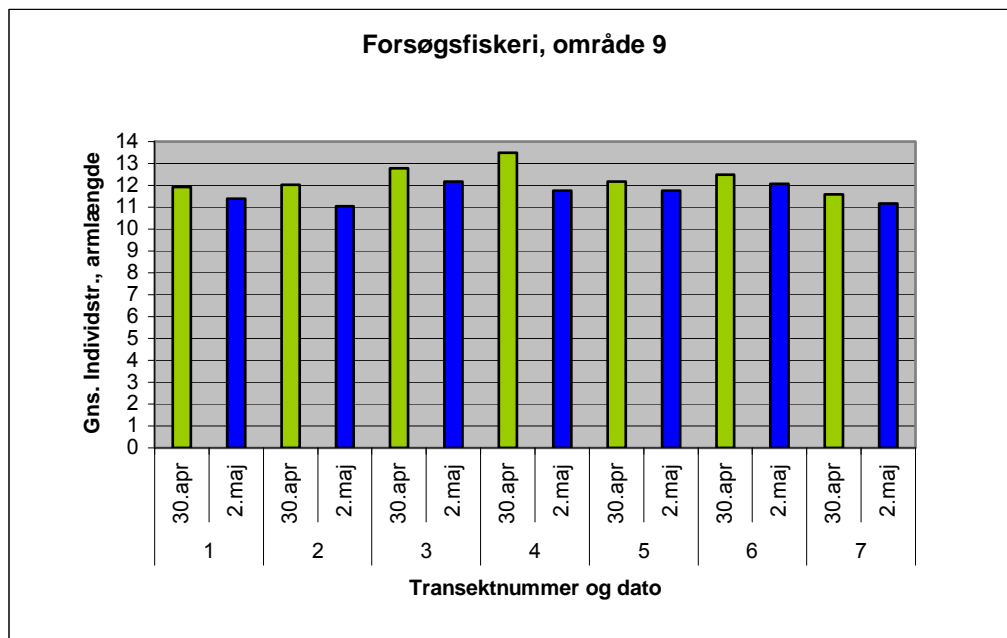
Figur 10.3: Biomassen af søstjerner på de 7 transekter hhv. før og efter forsøgsfiskeri efter søstjerner i maj 2007.

På grundlag af antallet af søstjerner og deres samlede vægt, kan beregnes en gennemsnitlig individvægt. Af figur 10.4 fremgår det, at der ses et fald i den gennemsnitlige individvægt på transekterne 2, 3, 4, og 7, en stigning på transekt 5 og ingen nævneværdig ændring på transekterne 1 og 6. For området som helhed, er ændringen i individvægt ikke statistisk signifikant (Students T-test, $p=0,07$).



Figur 10.4: Den gennemsnitlige individvægt af søstjerner på de 7 transekter hhv. før og efter forsøgsfiskeri efter søstjerner i maj 2007.

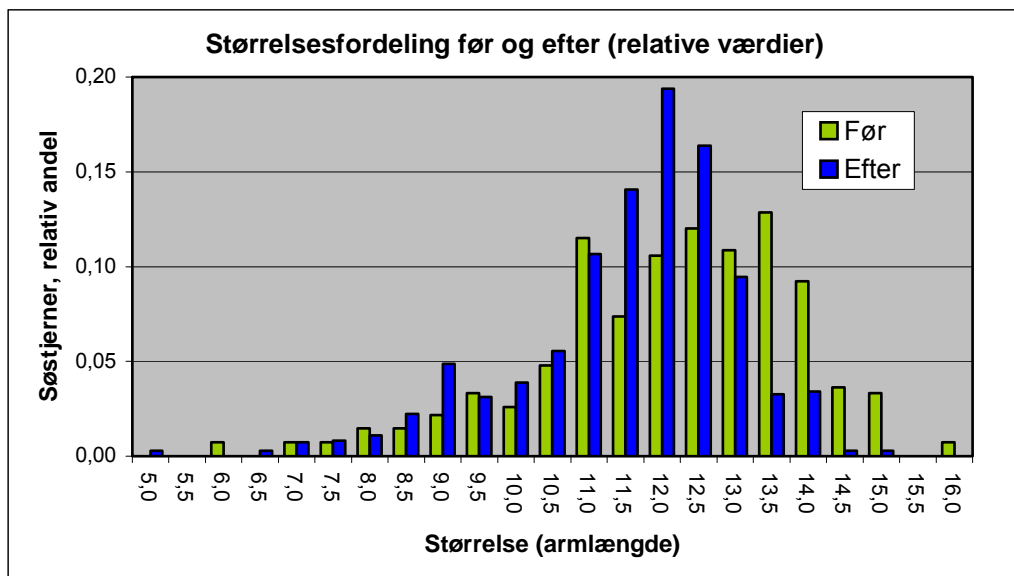
I figur 10.5 ses den gennemsnitlige individstørrelse på de enkelte transekter før og efter forsøgsfiskeriet. Det ses, at der på alle transekter konstateres et fald i den gennemsnitlige individstørrelse. For området som helhed er faldet i gennemsnitlig individstørrelse statistisk signifikant (Students T-test, $p=0,003$).



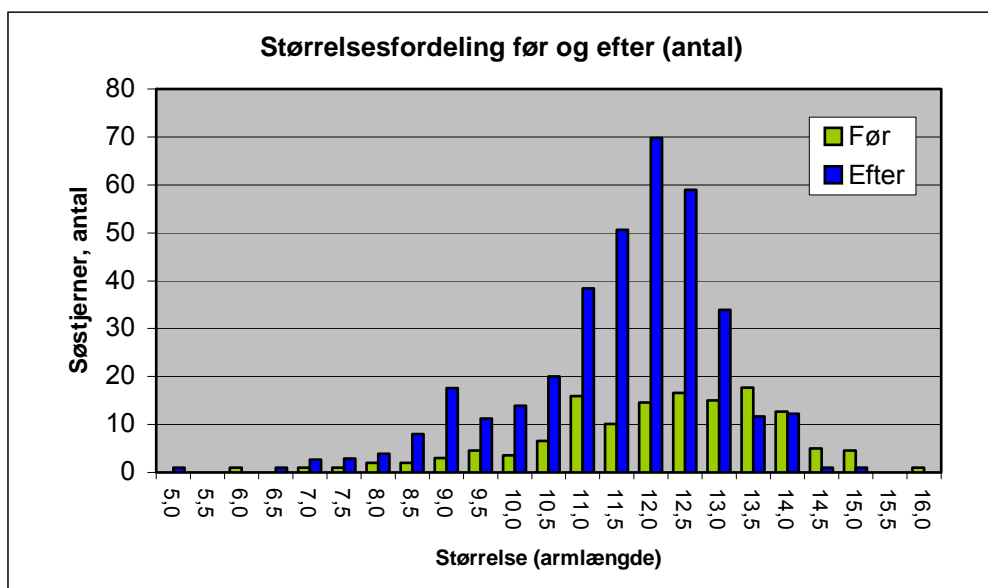
Figur 10.5: Den gennemsnitlige individstørrelse (armlængde) af søstjerner på de 7 transekter hhv. før og efter forsøgsfiskeri efter søstjerner i maj 2007.

I figur 10.6 ses størrelsesfordelingen af søstjerneerne i forsøgsområdet før og efter forsøgsfiskeriet udtrykt som relative værdier, d.v.s. antallet af søstjerner i de respektive størrelsesintervaller i forhold til samlede antal søstjerner. I figur 10.7 ses størrelsesfordelingen af søstjerneerne i forsøgsområdet før og efter forsøgsfiskeriet udtrykt som de absolutte antal af søstjerner i de respektive størrelsesintervaller.

Det ses at der er sket en tydelig ændring i størrelsessammensætningen af søstjernebestanden i området fra dagen før forsøgsfiskeriet til dagen efter. Af figur 10.6 ses det at det især er søstjerner i størrelseskategorierne 11,5 til 12,5 cm armlængde, som udgør en relativt større andel af søstjernebestanden. Andelen af mindre søstjerner er generelt uændret, og andelen af større søstjerner er mindre. Det ses endvidere af figur 10.7 at der, målt i absolutte tal, er en øget forekomst af søstjerner i størrelserne op til 13 cm, og uændret eller færre over denne størrelse.

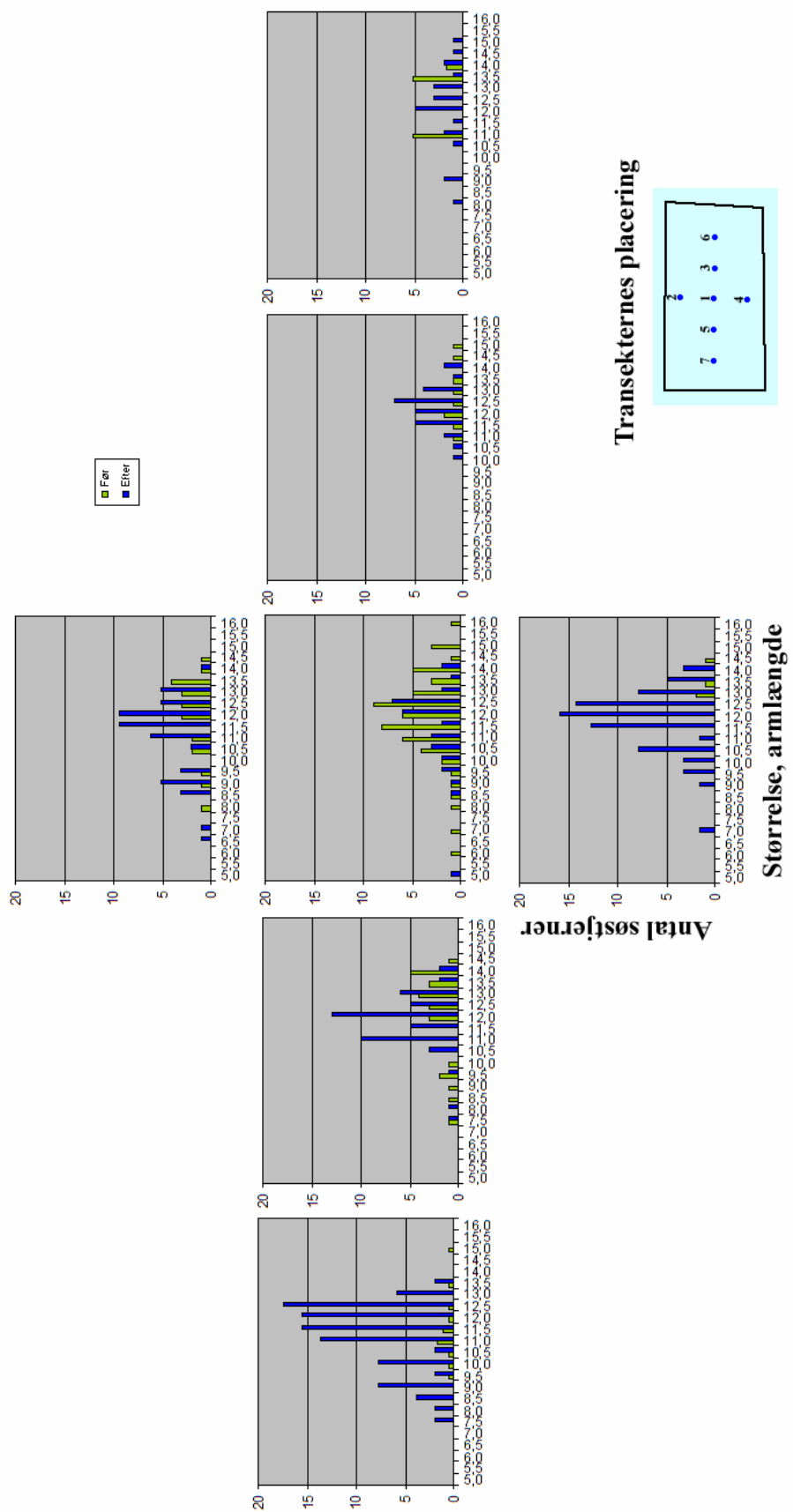


Figur 10.6: Størrelsesfordeling af de indsamlede søstjerner baseret på antallet af søstjerner i de respektive størrelsesintervaller i forhold til samlede antal søstjerner. Summen af søjlerne i hver serie giver således 1.



Figur 10.7: Størrelsesfordeling af de indsamlede søstjerner baseret på antallet af søstjerner i de respektive størrelsesintervaller.

Modstående side: Figur 10.8: Størrelsesfordelingen af søstjerner på de respektive transekter før og efter forsøgsfiskeriet. Kortudsnittet viser transektnummereringen. Graferne for de enkelte transekter er indbyrdes placeret, som transekterne var det i forsøgsområdet.



10.1.3 Diskussion

Det var højest uventet, at der et døgn efter forsøgsfiskeriet var flere søstjerner i forsøgsområdet, end der var dagen før forsøgsfiskeriet.

Det er oplagt at postulere, at den øgede forekomst af søstjerner på transekterne skyldes en omfordeling af søstjerneerne på grund af den omfattende fiskeaktivitet. Tab af søstjerner i forbindelse med tømninger af søstjernevoddet fandt især sted på et af fartøjerne, hvor voddet havde en særlig slank trawlpose og derfor havde en del søstjerner siddende i kværken. Disse søstjerner blev tabt i forbindelse med, at løftet blev taget ombord og tømt.

Den ændrede bestandssammensætning indikerer dog, at en omfordeling af søstjerneerne ikke er forklaringen på den øgede forekomst. Således ses et generelt fald i den gennemsnitlige individstørrelse på alle transekter og en ændret størrelsesammensætning i området som helhed. Dette indikerer, at der er blevet flere søstjerner af mellemstørrelserne fra 11,5-12,5 cm og færre søstjerner over denne størrelse. Der er ikke foretaget en opmåling af størrelsesfordelingen i de opfiskede søstjerner, så det er ikke muligt at afgøre, hvorvidt redskaberne har fisket selektivt efter søstjerner over 12,5 cm. Dette vurderes dog at være usandsynligt, når andre analyser af størrelsessammensætninger i landinger af søstjerner viser en bred fordeling af størrelsesgrupper. Dette gør sig f.eks. gældende ved de optællinger, som ligger til grund for udarbejdelsen af længdevægtrelationerne i kapitel 11.1.

I figur 10.8 ses det endvidere, at det især er de transekter, som ligger tættest på yderkanten af forsøgsområdet, der oplever en øget forekomst af søstjerner i mellemstørrelse. Transekt 1, som ligger i midten af området, oplever således ikke en tilsvarende ændring i størrelsesfordelingen. Dette indikerer, at der er tale om en reel indvandring af søstjerner fra især området vest for forsøgsområdet.

Det er kendt, at søstjerner genindvandrer til områder, der er blevet befisket. Således bemærker Barnes (1945) at det er normal praksis for søstjernefiskerne i Massachusetts at vende tilbage til befiskede områder med to til tre ugers mellemrum. I dette tidsrum vil der indvandre søstjerner fra de omgivende områder, så der igen vil være opbygget en høj koncentration af søstjerner i fiskeområdet. Det er endvidere i den forbindelse observeret, at søstjerner sågar forlader områder med rigelig føde i form af unge østers for at vandre til de befiskede områder (Barnes, 1945). Flanagan (1958) angiver, at det ved en undersøgelse ved Long Island blev observeret, at det tog en halv time fra redskabets passage til sporet igen var fyldt med nyindvandrede søstjerner (*A. vulgaris*).

På den anden side observerede Spärck i årene forud for 1932, at søstjerner ikke genindvandrede til de områder af Nissum Bredning, som var blevet befisket for østers. I områder, som kun var ca. 100 meter fra fiskeområderne, fandtes der store mængder søstjerner, men over en periode på ca. 4 sommermåneder (maj til august) uden østersfiskeri, genindvandrede kun ganske få søstjerner til fiskeområdet, hvor der fortsat fandtes store mængder føde for søstjerner i form af

unge østers. I de fire måneder blev der opretholdt en forskel i bestandstæthed mellem de fiskede og ubefiskede områder på minimum en faktor 20. Spärck konkluderede derfor, at søstjerner er stærkt stedbundne, og at deres vandringsformåen er ubetydelig (Spärck, 1932).

De ovenfor beskrevne vandringer er observeret over forholdsvis lange tidsrum, hvilket giver en meget lav vandringshastighed. Ud fra disse observationer er det ikke umiddelbart sandsynligt, at søstjernerne skulle kunne nå at vandre 100 meter eller mere på et døgn, som er en forudsætning for, at den øgede forekomst af søstjerner i forsøgsområdet kan hidrøre fra en indvandring. Der er imidlertid rapporteret om betydeligt højere vandringshastigheder end de, som følger af ovennævnte observationer. Således anfører Flanagan (1958) vandringshastigheder på 15-20 cm/minut (arten formentlig *Asterias vulgaris*), og Dale (2007) anfører op til 30 cm/minut. Disse værdier er af samme størrelsesorden som de observationer, der er gjort i forbindelse med tejeafprøvningerne i dette projekt.

Der er givetvis tale om noget nær maksimale vandringshastigheder, som kun optræder i ekstreme situationer, som f.eks. flugt eller angreb, og kun kan opretholdes over kortere perioder.

En vandring på f.eks. 150 meter på et døgn, som er det, der indikeres af observationerne i forbindelse med forsøgsfiskeriet i område 9, indebærer en gennemsnitlig vandringshastighed på ca. 10 cm/minut. Det er således kun omkring det halve af, hvad der angives som søstjernernes maksimale vandringshastighed, og det ligger derfor med stor sandsynlighed indenfor søstjernernes realistiske formåen at vandre ind i forsøgsområdet i løbet af kun et døgn.

Desuden kan resultaterne indikere, at det er søstjerner af en størrelse på op til omkring 12 cm, som vandrer ind. At der ydermere er tale om, at tidspunktet for forsøgsfiskeriet falder sammen med en umiddelbart forestående gydning, kunne lede til en hypotese om, at der kunne være tale om, at det var unge hanner, som blev særligt tiltrukket af enten en forstærket lugt af fødeemner eller en lugt af hunner eller igangsat gydning som følge af den forstyrrelse, som forsøgsfiskeriet forårsager.

Der blev desværre ikke lejlighed til at undersøge disse forhold yderligere eller at gentage forsøget, da den muslingebanke, som søstjernerne befandt sig på, blev gjort til genstand for fiskeri af muslinger umiddelbart efter forsøgsfiskeriets afslutning. En eftersøgning af søstjerner i området i juni måned gav ikke noget resultat udover, at der blev observeret en del døde søstjerner, som var gået delvist i opløsning. Eftersøgningen af søstjerner blev efterfølgende udvidet til at omfatte punddyk i hele den vestlige halvdel af Kaas Bredning, og der blev kun observeret enkelte søstjerner. Bestanden i Kaas Bredning gik altså fra en meget høj tæthed i maj til et næsten fravær af søstjerner mindre end 2 måneder senere. En del af faldet skyldes med sikkerhed en vis dødelighed, men en betydelig del af søstjernerne må være vandret væk fra området.

Sammenholdes de indleningsvist nævnte observationer af vandringer hos søstjerner med de nuværende Limfjordsfiskeres observationer af søstjerneforekomster, fås en indikation af et årstidsbestemt vandringmønster. Ifølge limfjordsfiskernes observationer opholder søstjernerne sig om vinteren i tætte bestande på dybt vand, hvorimod de om sommeren opholder sig mere spredt og formentligt på lavt vand, da de kun i ringe omfang træffes på dybt vand. Hvorvidt dette migrationsmønster er påvirket af de senere års problematiske iltforhold på dybere vand med egentlige iltsvind i store områder, er uvist.

Der kan også være tale om, at Barnes' (1945), Flanagans (1958) og Spärcks (1932) forskelligartede observationer kan være et udtryk for denne årstidsbestemte variation. Det kan på det foreliggende grundlag derfor ikke afvises, at søstjernernes vandringer og migrationsevne følger et generelt årstidsstyret mønster:

Vinter: vandring mod dybere vand og samling i tætte bestande på muslingebanker.

Forår: evt. vandring mod gydeområder, stærk koncentration af bestanden frem til maj måned. Herefter måske vandring til lavt vand eller indtræden af betydelig dødelighed, som observeret i Kaas Bredning i forbindelse med dette projekt.

Sommer og efterår: Ringe vandring, individuel fouragering, som leder til lave bestandstætheder.

Fiskerieffektiviteten af de deltagende fartøjer varierede en del mellem fartøjerne, og det var i nogen grad et udslag af forskellig grad af rutine og forskellig justering af redskaber. Fiskerieffektiviteten var endvidere betydeligt lavere den 8. maj 2007, da der skulle fire fartøjer til at fange den mængde, som tre havde klaret ugen forinden. Den afgørende forskel på de to fiskedage blev vurderet at være vind- og strømforholdene. Den 1. maj var det roligt vejr, mens det den 8. maj blæste kraftigt med deraf følgende kraftig strøm. Det fik formentligt søstjernerne til at hæfte sig kraftigere til underlaget, og de var dermed vanskeligere at hvirvle op og dermed at fange.

10.1.4 Konklusion

Det er sandsynligt, at det udførte forsøgsfiskeri medførte en tiltrækning af søstjerner til det befiskede område, hvorved bestanden efter fiskeriet blev større, end den var, før fiskeriet blev igangsat.

Søstjernernes vandringsformåen er af et sådant omfang, at de i løbet af kort tid vil kunne genindvandre i befiskede områder med en betragtelig hastighed. Ønskes en varig reduktion i søstjernebestanden på en afgrænset muslingeforekomst, skal der altså udføres gentagne fiskerier. Fiskerier i de tilstødende områder vil muligvis kunne tiltrække søstjerner fra de områder, hvor de ikke ønskes, så fiskeri i tilstødende områder kan muligvis indgå som en del af et målrettet fiskeri efter søstjerner i forbindelse med friholdelse af eksempelvis kulturbanker.

10.2 Område 37, november 2007

I maj 2007 blev der foretaget fiskeri af søstjerner på et udvalgt område i Kås Bredning. Indenfor området var der tilfældigt udlagt nogle stationer, hvor biomassen/antallet af søstjerner blev undersøgt før og efter fiskeriet. Resultaterne viste, at der på alle stationer var flere søstjerner dagen efter fiskeriet end dagen før. Som opfølgning på disse resultater var det oplagt at forsøget skulle gentages. Men i de følgende måneder blev der forgæves søgt efter søstjerner i den centrale del af Limfjorden. Der blev fundet en vis forekomst i produktionsområde 15 i juli måned, men i løbet af nogle uger forsvandt også denne forekomst.

Muslingefiskerne havde ikke observeret større mængder af søstjerner hele sommeren og efteråret, så det var med meget sparsomme oplysninger, at der midt i november blev sendt et hold ud med undervandskamera for at finde et egnet forsøgsområde. Efter et par dages søgen blev der fundet et mindre område i den nordøstlige del af Løgstør Bredning, hvor der var en tilstrækkelig forekomst af søstjerner (figur 10.9). I det følgende beskrives forsøgsfiskeriet i dette område.

10.2.1 Materialer og metoder

Forsøgsområdet var beliggende i den østlige del af Løgstør Bredning (se figur 10.9). I området var der en vanddybde på 6-7 meter og bundforholdene i området var en blanding af sand og små muslingebanker. Søstjernerne var koncentreret på de dele af området, hvor der var muslinger.



Figur 10.9: Kortskitse over Løgstør Bredning. I kortets midte er med rødt angivet området, hvor der blev udført forsøgsfiskeri efter søstjerner i november 2007.

Området blev undersøgt med undervandskamera, og efter at have analyseret resultaterne af optagelserne blev der udlagt et område på 62 x 393 meter, som blev inddelt i tre områder af 62 x 131 meter. Det midterste område blev udlagt som forsøgsområde, mens det nordlige og sydlige område blev udvalgt til kontrolområder. I det efterfølgende bliver de tre områder benævnt som område Nord, Midt og Syd.

I samråd med en dykker blev det konstateret, at vandtemperaturen ville gøre prøvetagningsperioderne for korte, hvis en dykker skulle tage prøverne. I stedet blev der fremstillet et videomonitoringsudstyr, som vha. et videokamera kunne tage video af et nøjagtigt udsnit af bunden, som senere kunne analyseres for antallet af søstjerner.

Udstyret bestod af et stativ lavet af rundjern med et videokamera i toppen og en ramme i bunden. Rammen var lavet af massive hvide nylonstænger med en diameter på 20 mm og havde et indvendigt areal på 1 m² (figur 10.10). Ved at sænke stativet ned på bunden med passende mellemrum kunne man derved få optaget en række billeder af bunden i udsnit på 1 m².

Det blev så vidt muligt forsøgt at lægge prøvetagningerne, så de dækkede så meget af områderne som muligt, dog under hensyntagen til vind og vejr, der gjorde det vanskeligt at manøvrere båden præcist.

Hårdt vejr kan også have været skyld i, at holderen til kameraet (kugleled) var svær at stille præcist, eller at det blev slået skævt ved optagning og isætning. Kameraet dækkede derfor ikke hele rammen. I de tilfælde, hvor det skete, blev det beregnet, hvor stor del af rammen, som var dækket, og antallet af søstjerner blev efterfølgende omregnet, så de svarede til en kvadratmeter. I langt de fleste tilfælde dækkede kameraet 95-100 procent af rammen, men enkelte gange var den lavere, dog aldrig under 90 procent.



Figur 10.10: Billede af prøvetagningsudstyret. Kameraet er ikke monteret på billedet, men sad monteret i toppen af stativet på et bevægeligt kugleled

Den optimale fart til prøvetagningen lå på 0,3-0,4 knop. På stille dage kunne denne fart opnås ved at lade båden drive igennem området – evt. med motoren i bak for at sænke farten med jævne mellemrum. På dage med moderat eller meget vind var det nødvendigt at ankre op og fire line ud for at holde en passende fart.

Forsøgsfiskeriet blev udført af et enkelt fiskefartøj, som benyttede det traditionelle søstjernevod, som findes udførligt beskrevet i afsnit 8.3. De fiskede søstjerner blev ikke landet, men genudsat i en afstand af ca. 800 meter fra området.

Forsøget blev startet den 20/11-2007, hvor der om formiddagen blev foretaget prøvetagning på Midt- og Nordområdet. Det var også meningen, at der skulle

tages prøver i Sydområdet, men da fiskeren gik i gang med at trawle søstjerner, mudrede det vandet i område Syd til, så der ikke kunne tages prøver. I de følgende uger blev der taget prøver, når vejret tillod det, og der blev også fisket søstjerner en gang mere. Vejret havde stor indflydelse på, hvor gode resultaterne blev de enkelte dage (målt som antal brugbare nedsænkninger med stativet). Jo mere vind, jo sværere var det at styre farten på båden, og jo dårligere blev sigtbarheden. Nogle dage var det nødvendigt at ankre op og fire ankertov ud for at styre farten. Dette tog væsentlig længere tid, og der resulterede nogle dage i færre punkter pga. tidsmangel. Angivelser af fiske- og prøvetagningsdage samt antallet af brugbare nedsænkninger kan ses i figur 10.11.

Dato	Fiskeri Midt	Prøvetagning			Bemærkninger
		Nord	Midt	Syd	
20-11-2007		111	135		
20-11-2007	X				Fiskeren vurderede at der blev fjernet 6-7 tons
21-11-2007			51	41	
22-11-2007		75	101	67	
27-11-2007	X				Fiskeren vurderede at der blev fjernet 4-5 tons
28-11-2007		110	138	48	
03-12-2007		173	151	88	
11-12-2007		155	165	126	

Figur 10.11: Kronologisk oversigt over fiske- og prøvetagningsdage. Ud for hver dato er der angivet, hvor mange nedsænkninger, der indgår i resultaterne fra de forskellige områder og prøvetagningsdage. Dage med fiskeri efter søstjerner er angivet med et X.

Videosignalet fra kameraet blev via en ledning overført og gemt på en bærbar computer. Videoerne blev efterfølgende gennemgået på Dansk Skaldyrcenter. Ved gennemgangen blev de enkelte videoer set igennem, og hver gang rammen stod stille på bunden, blev visningen stoppet, antallet af søstjerner talt op, og der blev lavet en vurdering af hvor stor en del af bunden, der var dækket af muslinger. Denne vurdering er lavet som en subjektiv bedømmelse af personen, som kiggede videoen igennem og inddelt i følgende kategorier: 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 eller 100 procent. En subjektiv vurdering kan give mulighed for fejl, og det er også muligt at forskellige personer vil bedømme dækningsgraden forskelligt. Af denne grund er alt videomateriale set igennem af samme person, og det er derfor antaget, at eventuelle fejlskøn er ens for alle områder.

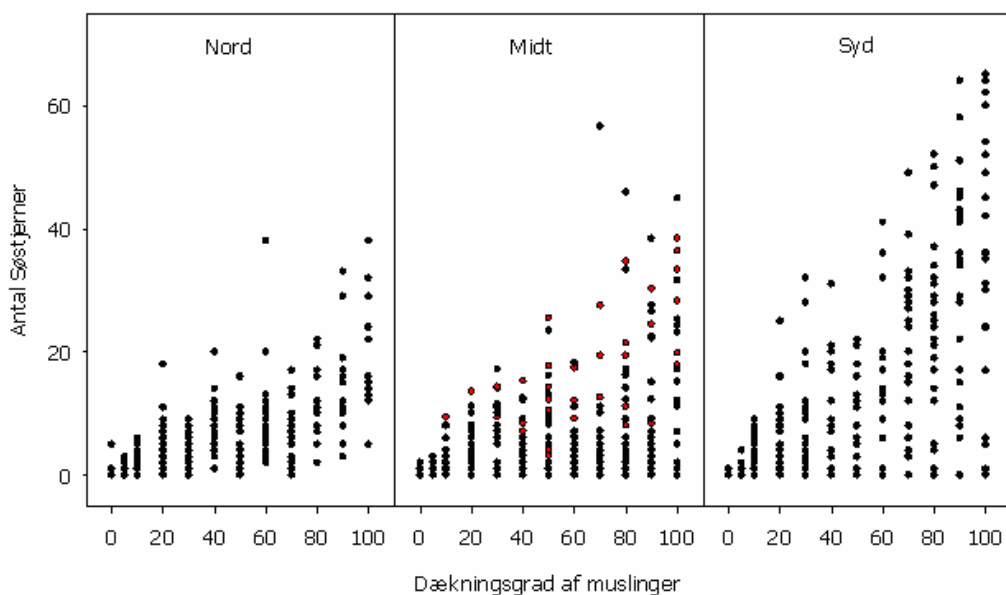
I tilfælde, hvor båden ikke havde bevæget sig tilstrækkeligt mellem to nedsænkninger, og der derfor var overlap mellem nedsænkningerne, blev den sidste nedsænkning ikke medtaget.

10.2.2 Resultater

For alle tre områder var der en tydelig sammenhæng mellem dækningsgraden af muslinger og det maksimale antal søstjerner (figur 10.12). Figuren viser, at de højeste tætheder blev observeret på område Syd med over 60 søstjerner pr.

kvadratmeter. På Nord- og Midtområdet var der sjældent over 40 søstjerner pr. kvadratmeter.

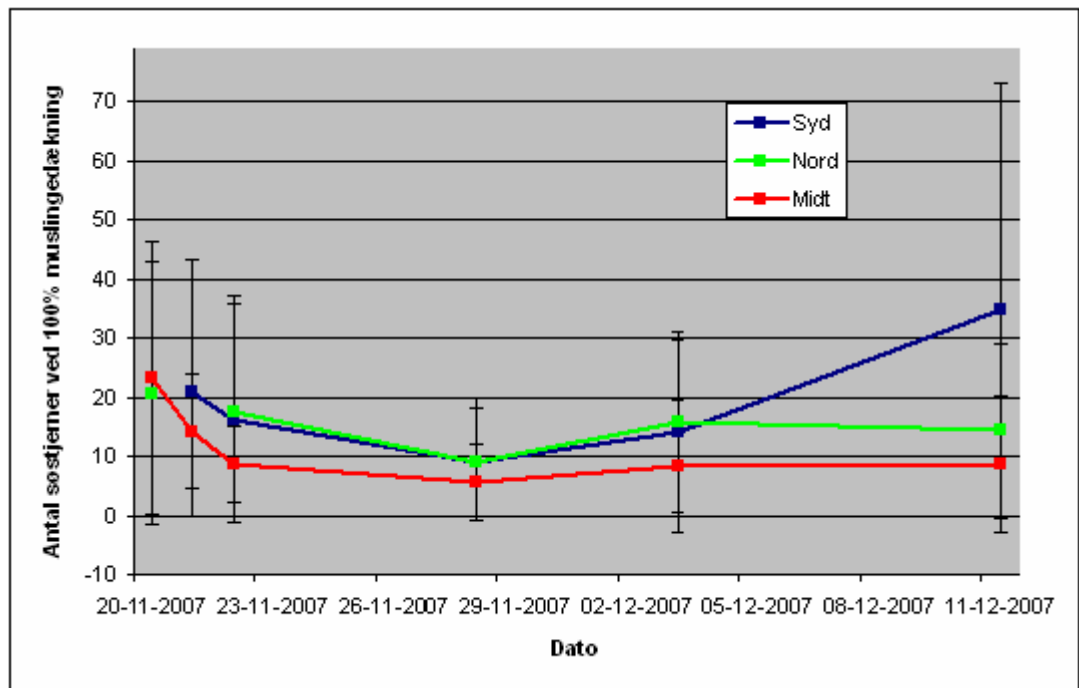
De høje tætheder af søstjerner i område Syd blev først observeret på de to prøvetagningsdatoer i december, og især d. 11/12 var der mange søstjerner på Sydområdet. De højeste tætheder på de to andre områder blev også observeret denne dato.



Figur 10.12: Antal søstjerner i forhold til dækningsgraden af muslinger på de 3 områder. Data fra alle prøvetagningsdage er medtaget ved hvert område. På område Midt er data fra den 20. november (før fiskeri) vist med røde prikker.

For at udligne den tydelige effekt af dækningsgraden af muslinger, er alle resultater omregnet til at svare til 100 procent dækning af muslinger. Hvis der f.eks. på en tilfældig kvadratmeter har været 10 søstjerner og 50 procent dækning svarer det til 20 søstjerner/m², hvis dækningen af muslinger havde været 100 procent. Denne udregning er lavet for alle punkter, dog ikke for de observationer, hvor dækningsgraden af muslinger er nul, da sådan en udregning ikke er mulig. Af denne grund indgår disse punkter heller ikke i de følgende resultater.

I figur 10.13 er præsenteret de beregnede gennemsnit for søstjerner ved en dækningegrad af muslinger på 100 % for de enkelte datoer og områder.



Figur 10.13: Viser beregnet antal søstjerner ved 100 procent muslingedækning for de forskellige datoer og områder. Antal er angivet som gennemsnit med tilhørende standardafvigelser.

Resultaterne af denne udregning er ikke entydige. Grafen for område Midt starter på 23,3 søstjerner/m², falder i perioden fra den 20/11 til 28/11, hvor antallet er lavest med 5,5 søstjerner/m², hvorefter den stiger en smule igen. Kurverne for de to kontrolområder starter på nogenlunde samme niveau og følger samme kurveforløb som på Midtområdet, men med et gennemsnit, der er 1,5-2 gange højere. Kun ved sidste prøvetagning den 11/12-07 skiller resultatet sig ud. Her er der sket en væsentlig stigning i antallet af søstjerner i område Syd. En nærmere gennemgang af videomaterialet fra denne dag viste, at der specielt var mange søstjerner i den nordvestlige og sydøstlige del af området.

Data i denne undersøgelse var ikke normalfordelt, så der blev lavet Kruskal-Wallis test for at undersøge om der kunne påvises forskelle i antallet af søstjerner igennem prøvetagningsperioden.

Der er generelt et betydeligt overlap af standardafvigelserne for det samme område set over hele prøvetagningsperioden. Denne spredning betød at der kun i få tilfælde kunne påvises signifikante forskelle i antallet af søstjerner for forskellige datoer inden for samme område.

På område Midt var der signifikant flere søstjerner ved første prøvetagning (før fiskeri) i forhold til 3/12 og 11/12, men ikke i forhold til de mellemliggende datoer. På område syd var der signifikant flere søstjerner den 11/12 end på de 3 foregående datoer. På område Nord var der kun signifikant forskel mellem den 28/11 og den 3/12.

En sammenligning af områder på samme dato viste, at der alle dage, på nær den 28/11, var signifikant forskel på antallet af søstjerner mellem område Midt og Syd/Nord. Indbyrdes mellem de 2 kontrolområder kunne der kun påvises en forskel den 11/12.

10.2.3 Diskussion

Resultaterne fra fiskeriet i Kaas Bredning i maj måned gav anledning til en hypotese, der forudsagde, at fiskeri efter søstjerner i et område kunne lokke flere søstjerner til området, så der skete en stigning i antallet i de følgende dage. Det kunne forklare resultaterne fra undersøgelsen i Kaas Bredning og hypotesen var grundlaget for denne undersøgelse.

I denne undersøgelse er resultatet modsat resultatet fra Kaas Bredning med et fald i antal søstjerner dagen efter, der blev fisket og et yderligere fald til to dage efter fiskeriet. Antallet af søstjerner falder samtidigt på kontrolområderne, så alt i alt forsvinder der søstjerner på hele forsøgsområdet, selv om der ikke bliver fisket på det.

Hvis det antages, at søstjernernes aktivitetsniveau er nedsat i forhold til maj måned pga. vandtemperaturen, og de derfor tager længere tid om at indvandre fra nærliggende områder, er det forventeligt, at antallet af søstjerner falder i område Midt, efter at der bliver fisket den 20/11 og 27/11. Men hvis hypotesen skulle passe, ville der ikke ske et yderligere fald til den 22/11 og især ikke, da der samtidig sker et fald på kontrolområderne. De søstjerner, som forsvinder i kontrolområdet, burde kunne ses som en stigning på fiskeområdet. I stedet ser det ud til, at der generelt forsvinder søstjerner fra hele forsøgsområdet i denne periode.

Der blev påbegyndt en videomonitoring den 27/11, før der blev fisket søstjerner, for netop at kunne beskrive antallet af søstjerner på de forskellige områder, inden der blev fisket. Optagelserne måtte imidlertid indstilles, fordi ledningen knækkede lige over kameraet, hvorved der kom vand ind i kameraet og duggede linsen til. I forhold til det reducerede antal søstjerner den 28/11 på alle områder kan det derfor skyldes, at søstjernerne fra områderne Nord og Syd er vandret ind på Midt og derved er blevet fjernet under fiskeri dagen før monitoringen. Dette kan dog ikke afgøres uden data fra før der blev fisket.

Ved prøvetagningen den 3/12 blev der observeret en lille stigning på alle områder. Stigningerne tyder på, at der var en indvandring af søstjerner i gang, men at der ikke var forskel på områdenes tiltrækningskraft, og at fiskeriet derfor ikke havde nogen tillokkende effekt. Denne lille stigning var ensartet på områderne Midt og Nord ved sidste prøvetagning, mens der på det område Syd var sket en tydelig indvandring. Der har ikke været nogen aktivitet på forsøgsområdet i den mellemliggende periode, så at indvandringen er så massiv på et enkelt område må være tilfældigt.

10.2.4 Konklusion

Alt i alt kan det konkluderes, at resultaterne fra denne undersøgelse er meget forskellige fra resultaterne i maj. Fiskeriet i denne undersøgelse har haft den effekt, at det samlede antal søstjerner er blevet reduceret og holdt nede i forhold til kontrolområderne, men der er ikke noget, der tyder på, at fiskeriet har haft en tillokkende effekt og heller ikke nogen bortskræmmende effekt. Det så godt som ensartede kurveforløb på de tre områder tyder derimod på, at der er andre faktorer end fiskeriet, der har betydning for ind- og udvandring fra områder. Den tidligere omtalte årstidsvariation kan således tænkes at have indflydelse på det observerede vandringsmønster (afsnit 10.1.3).

11 Væsketab ved fiskeri af søstjerner

Søstjernernes bevægeapparat består af et kompliceret system af vandkanaler, og selve kropshulen har også et højt vandindhold. Bliver søstjernen udsat for fysiske påvirkninger, som et udefrakommende mekanisk tryk, kan den tabe en del af det vand, som er en naturlig del af dens krop og en vital forudsætning for dens førlighed.

Væsketabet under og efter fiskeri bevirker, at der vil være et betydeligt vægttab hos søstjernerne. For at kunne estimere størrelsen af vægttabet er der foretaget undersøgelser som kan belyse væsketabet under og efter fiskeri.

11.1 Væsketab under fiskeri

I forbindelse med fiskeri udsættes de fangne søstjerner for et tryk, når de samles bagest i trawlposen. Her vil de efterfølgende søstjerner samle sig ovenpå de tidligere fangne, og vandstrømmen vil udgøre et stigende tryk på mængden af søstjerner, efterhånden som denne tiltager og lukker netmaskerne i trawlposen til.

11.1.1 Materialer og metoder

På samme dag blev der foretaget indsamlinger af søstjerner ved to forskellige metoder: Fiskeri med søstjernevod og manuel dykkerindsamling.

De fiskede søstjerner blev fisket med almindeligt søstjernevod, som findes beskrevet i afsnit 8.3. Umiddelbart efter søstjernerne var tømt fra trawlposen ud i lastrummet på fiskefartøjet blev der udtaget 100 tilfældige søstjerner, som omgående blev anbragt individuelt i vandtætte plasticposer. Poserne blev derefter bragt hjem til videre analyse i laboratoriet.

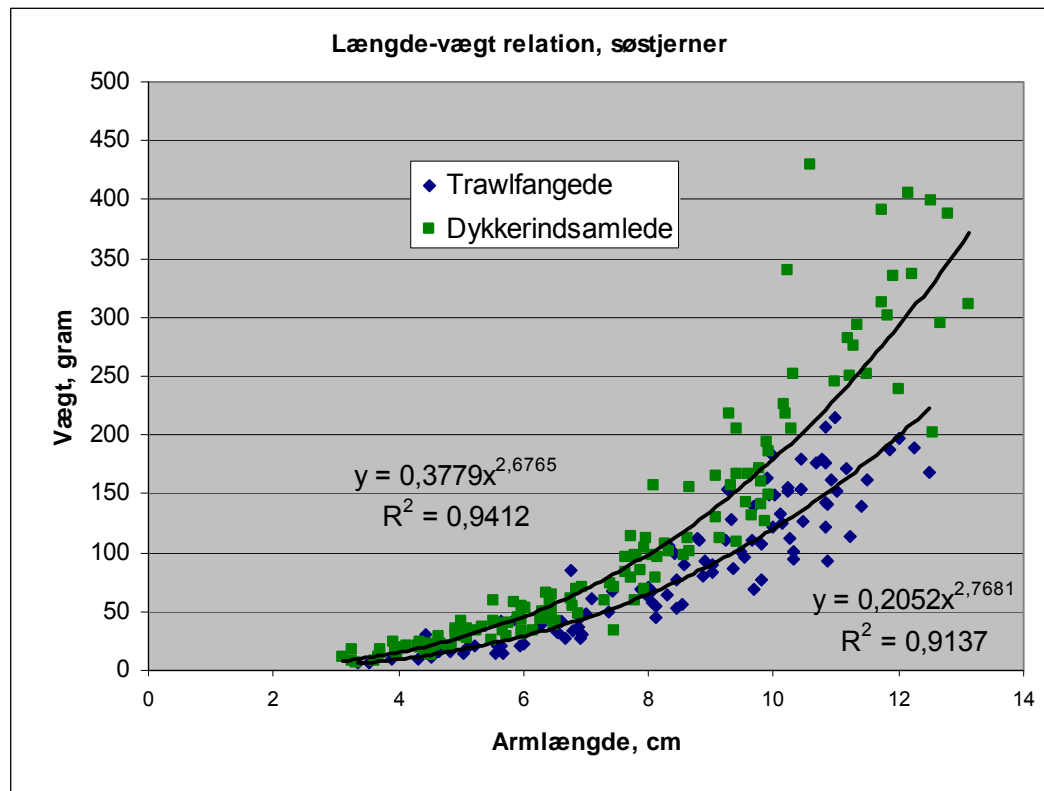
De dykkerindsamlede søstjerner blev opsamlet med hånden og anbragt i medbragt dykkernet. Efter at være bragt nænsomt til overfladen og ombord på dykkerbåden, blev de indsamlede søstjerner anbragt individuelt i vandtætte plasticposer.

Efter hjemkomst til laboratoriet blev de enkelte poser fra begge indsamlinger vejret med deres respektive indhold bestående af en søstjerne og det vand, den måtte have lækket, siden den blev anbragt i posen. Efter vejningen af hver enkelt pose blev den pågældende søstjerne målt, og værdien blev registreret sammen med den tilhørende vægt.

11.1.2 Resultater

Trækkets varighed var ca. 15 minutter. En gennemsnitlig søstjerne har altså opholdt sig i trawlposen i ca. 7-8 minutter. Der blev i trækket fanget ca. 500 kg søstjerner. I figur 11.1 er de opnåede resultater afbildet for henholdsvis de trawlfangede og de dykkerindsamlede søstjerner.

Det ses af figuren, at en trawlfanget søstjerne af en given størrelse kan forventes at veje ca. en tredjedel mindre end en dykkerindsamlet.



Figur 11.1: Søstjernerens væsketab ved fangst i søstjernetrawl. Grønne firkanter repræsenterer de dykkerindsamlede søstjerner, de blå ruder repræsenterer de trawlfangede efter et trawltræk med en varighed på ca. 15 minutter. Der er tilføjet tendenslinier med tilhørende regressionsligning for de to dataserier.

11.1.3 Diskussion

Resultaterne indikerer at søstjerner mister en del vand i forbindelse med selve fangsten i trawlet. Således ses et vægttab på ca. en tredjedel ved et trawltræk på ca. 15 minutter. Den spredning, som ses på resultaterne, er dels et udtryk for den naturlige individvariation, men for de trawlfangede søstjerner spiller det også ind, at de enkelte søstjerner har haft forskellig tid i trawlet. De som blev fanget først på trækket har været i trawlposen i ca. 15 minutter og kan derfor forventes at have et betydeligt væsketab, hvorimod dem, som er fanget til sidst i trækket, ikke kan forventes at have et nævneværdigt væsketab.

Trawltrækkets længde og hastighed vil formentlig have betydning for størrelsen af væsketabet, og mængden af søstjerner, som presser på de underliggende, vil formentlig også have en betydelig indflydelse. Endvidere vil årstiden og søstjernernes beskaffenhed kunne have betydning for, hvor stor en andel af deres kropsvægt, der udgøres af vand, og hvor meget der derved kan tabes.

I forbindelse med bestandsestimater på grundlag af trawlfangster, skal der altså tages højde for, at de indvejede fangster kan have tabt betydeligt i vægt på grund af selve fangsten. I det konkrete eksempel vil en biomasse estimeret på grundlag af de trawlfangede altså underestimere biomassen med en tredjedel.

11.1.4 Konklusion

Der finder et betydeligt væsketab sted i forbindelse med selve fangsten af søstjernerne. Væsketabet må forventes at variere som funktion af trawltrækkets længde, mængden af søstjerner i trawlet, årstid m.v.

Væsketab ved fangst bør indregnes ved eventuelle bestandsestimater foretaget ud fra opgørelser af trawlfangster.

11.2 Væsketab efter fangst

Efter en fangst af søstjerner er bragt om bord og tømt ud i lastrummet, sker der fortsat et betydeligt væsketab fra søstjernerne. Dette medfører, at lastrummet efter kort tid kommer til at indeholde en betydelig mængde fri væske. Da søstjernernes kroppe er tungere end vand, vil de synke ned i væsken, og den fri væske vil således komme til at stå med en fri væskeoverflade i lastrummet. Se figur 11.2.



Figur 11.2: T.v.: Lastrummet på et fiskefartøj under forsøgsfiskeri i maj måned 2007. Anslået lastmængde 10-12 tons søstjerner. Det ses at de fangne søstjerner er dækket af et lag af lysebrun væske. T.h.: De synlige søstjerner er netop udtømt fra trawlets løft, og synker langsomt ned.

For at estimere væsketabet efter ombordtagning og under den efterfølgende transport er der udført et forsøg, hvor væsketabet som funktion af tid estimeres.

11.2.1 Materialer og metoder

På et af Dansk Skaldyrcenters blåmuslingeopdrætsanlæg blev der den 5. juli 2007 indsamlet et antal søstjerner. Søstjernerne blev indsamlet enkeltvist og blev

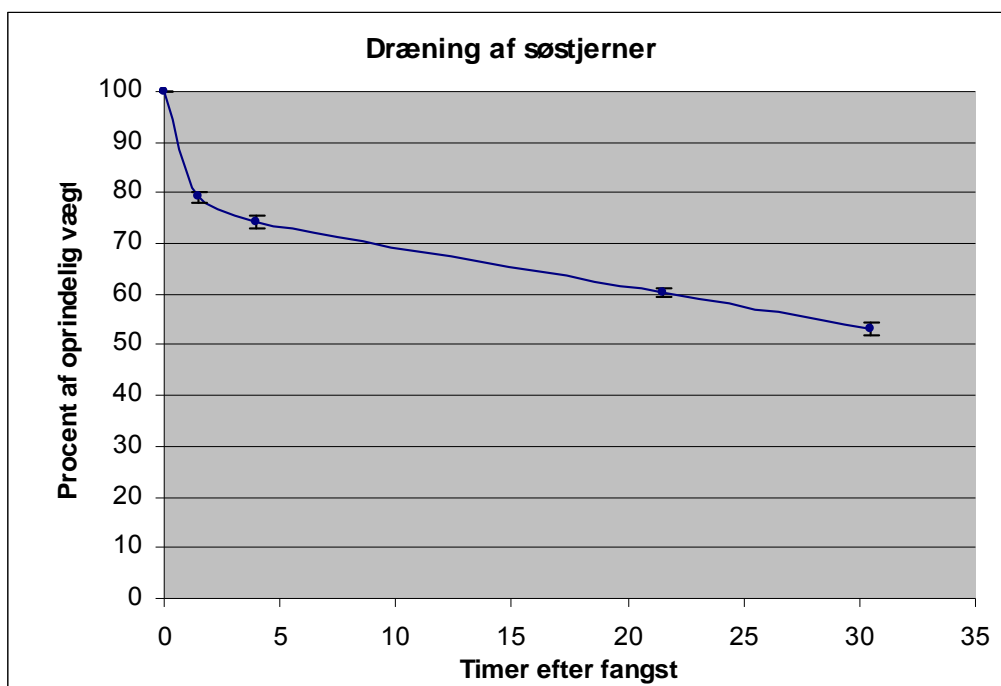
omgående anbragt i en vilkårlig af 10 medbragte plastspande. Indsamlingstidspunktet blev noteret.

Efter hjemkomst til laboratoriet blev spandene indvejet, og søstjernernes startvægt blev dermed bestemt. Efter indvejningen blev søstjernerne anbragt i et minut på et net med 4 mm masker, hvorved al fri væske blev drænet fra søstjernerne. Søstjernerne blev derefter hældt tilbage i de respektive spande og vejet igen.

Over det næste døgn blev processen gentaget flere gange, og ved hver måling blev søstjernernes aktuelle vægt pr. spand noteret.

11.2.2 Resultater

Ved indsamlingen blev der anbragt mellem 3,8 og 7,9 kg søstjerner pr. spand. Under forsøget henstod de i skygge ved almindelig rumtemperatur. Resultaterne af de efterfølgende dræninger og vejninger, er præsenteret i figur 11.3.



Figur 11.3: Væsketab fra søstjerner efter landing. Kurven viser søstjernernes vægt som 100% ved tiden 0, og derefter vægten som % af vægten ved tiden i timer efter fangst. På punkterne er endvidere angivet 1 x standardafvigelse.

Som det fremgår af figur 11.3, taber søstjernerne i løbet af de to første timer efter indsamlingen ca. en femtedel af deres vægt. Den tabte væske er klar med en svag brun tone og et let grynet lysebrunt indhold. Efter ca. 5 timer har søstjernerne tabt en fjerdedel af deres vægt, og den tabte væske indeholder tiltagende mængder af brunt partikulært indhold. 30 timer efter indsamlingen har søstjernerne tabt ca. halvdelen af deres vægt, og der er i tillæg til det brune partikulære indhold kommet en kraftig rød-orange farve i den drænedes væske.

Hastigheden af væsketabet er størst umiddelbart efter indsamlingen, og den falder indtil ca. 5 timer efter indsamlingen. Herefter er hastigheden af væsketabet konstant over det næste døgn.

11.2.3 Diskussion

Søstjernernes væsketab efter fangst udgør i dette forsøg op til halvdelen af deres kropsvægt. Søstjernerne i dette forsøg har ikke oplevet noget væsketab i forbindelse med fangsten. Inden resultaterne tages som udtryk for den væskemængde, som søstjernerne taber efter anbringelse i et fartøjs lastrum, skal der derfor tages højde for det væsketab, som må forventes i forbindelse med f.eks. en trawlfangst. Som det fremgår af afsnit 11.1, så kan tabet i forbindelse med et kortvarigt trawltræk udgøre ca. en tredjedel af søstjernernes vægt.

Der er imidlertid ikke nogen tvivl om, at søstjernernes potentielle væsketab efter ombordtagning stadig er betydeligt, og det kan have betydning for forhold som fartøjets stabilitet.

De fartøjer, som anvendes til søstjernefiskeri, vil typisk være indrettet med henblik på udførelsen af et andet og primært formål. Der vil således næsten altid være tale om muslingefartøjer eller andre fartøjer, som beskæftiger sig med fangst eller transport af skaldyr. Disse fartøjer er indrettet til at håndtere væsketabet fra deres sædvanlige fangster, men da væsketabet fra f.eks. muslinger vil samle sig i bunden af lastrummet, er de sædvanlige pumpeanordninger indrettet til at pumpe vand fra bunden af lastrummet. De er derfor ikke fuldt anvendelige til at pumpe vand fra søstjerner, der som før nævnt falder til bunds så væsken samler sig ovenpå.

Da søstjernerne på grund af vandtabet bliver bløde, pakker de sig tæt sammen. Derved danner de en tæt masse, som ikke tillader vand at passere, og som kan lukke for afstrømningshuller til pumper o.lign. Som eksempel på problematikken kan nævnes, at anbringes en portion søstjerner i en trådkurv, vil vandet ikke umiddelbart løbe fra denne, da søstjernerne hurtigt flyder ud og lukker alle huller i kurven.

Fartøjer som beskæftiger sig med søstjernefiskeri, kan således med fordel medbringe en dykpumpe i en flydende sugekurv til at lænse lastrummet for den væske, som tabes fra søstjernerne.

Endvidere skal der tages højde for væsketabet ved en eventuel efterfølgende transport af søstjernerne til eksempelvis en forarbejdningsindustri. Hvis ikke transportbeholderen er tæt, vil der kunne tabes en betydelig væskemængde under transporten.

Farven på den væske, der tabes, indikerer at søstjernerne gennemgår en proces med løbende ændringer i hvilke af søstjernens indholdsstoffer, der tabes med væsken. Den indledningsvist klare væske kan indikere, at det er vand fra vandkanalsystemet, der tabes sammen med fri væske fra kropshulen. Den tiltagende mængde af brunt partikulært materiale kan indikere en tiltagende

nedbrydning og sammenpresning af fordøjelsesorganerne, som har netop denne lysebrune farve. Den afslutningsvise rødfarvning af den tabte væske indikerer at dele af søstjernens pigmentering tabes ad denne vej, og det kunne indikere en tiltagende nedbrydning og ødelæggelse af søstjernens krop, hvor pigmenteringen findes i overfladen.

Det er sandsynligt, at søstjernernes egne fordøjelsesenzymer spiller en væsentlig rolle i denne successive nedbrydning.

11.2.4 Konklusion

Søstjerner kan potentielt tabe ca. halvdelen af deres vægt over det første døgn efter fangsten.

Dette væsketab skal der tages højde for ved opbevaring af søstjernerne i lastrummet på fiskefartøjet med henblik på at bibeholde fartøjets stabilitet. Der skal endvidere tages forholdsregler med henblik på at håndtere væsketabet fra søstjernerne under eventuel transport af disse.

12 Bifangst

I tillæg til søstjernefangsten der med søstjernevoddet også en række andre arter og materialer. I det følgende beskrives de bifangster, som blev bedømt ved fire særskilte lejligheder.

12.1.1 Materialer og metoder

Bifangstopgørelserne er foretaget på grundlag af landinger fra forskellige produktionsområder. Der er foretaget oparbejdning af hele fangsten fra et eller flere trawltræk, og der er således ikke blot udtaget delprøver af fangsten efter landingen. Umiddelbart efter landingen er der foretaget en opvejning af bruttolandingen. Efter opvejningen af bruttolandingen er der foretaget en manuel sortering af organismerne i fangsten. De enkelte arter eller grupper er opsamlet i plastspande, og efter sorteringens fuldførelse er hver spands indhold vejjet individuelt. Væsketabet, der sker, mens prøven bliver opsorteret, tilskrives alene søstjernernes væsketab, som findes nærmere kvantificeret i afsnit 11. Der indregnes derfor ikke væsketab for bifangstarterne.

12.1.2 Resultater

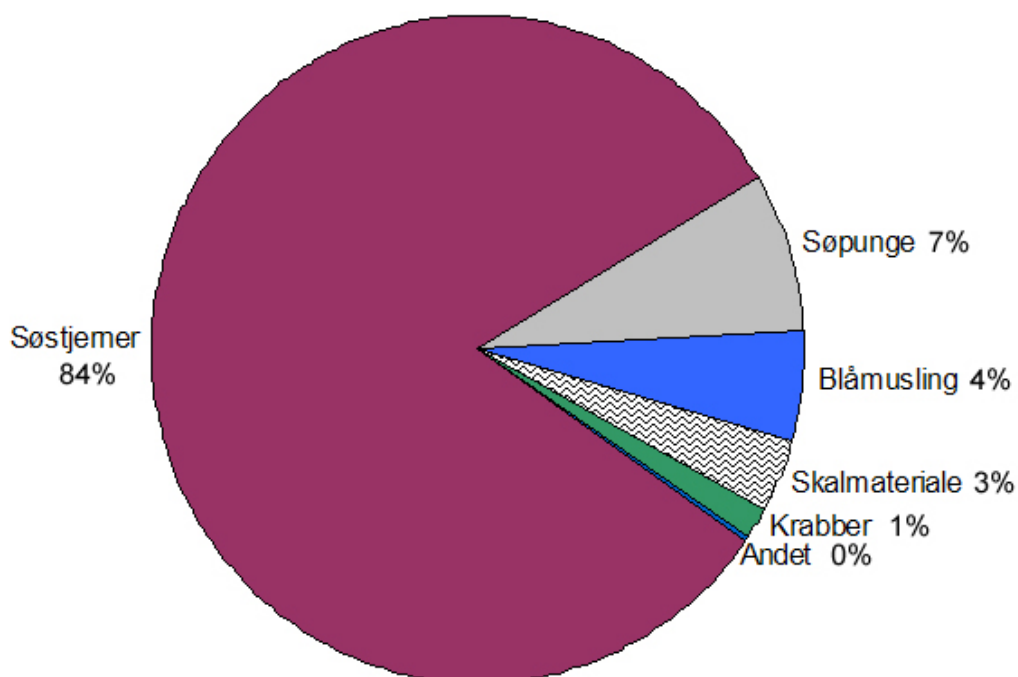
I alt fire landinger er blevet underkastet en opgørelse af bifangster:

- 1) Fiskeri udført af fisker A i produktionsområde 15. Blød bund med spredte muslingebanker. Meget spredt forekomst af søstjerner. Fangsten sammensat af mange træk af relativ lang varighed. Samlet landing 2950 kg.
- 2) Fiskeri udført af fisker A i produktionsområde 35. Blød bund med spredte muslingebanker. Meget spredt forekomst af søstjerner. Fangsten sammensat af mange træk af relativ lang varighed. Samlet landing 300 kg.
- 3) Fiskeri udført af fisker B i produktionsområde 11. Stenet sandbund med spredte muslingebanker. Middel forekomst af søstjerner. Fangsten sammensat af få træk af kort varighed. Samlet landing 440 kg.
- 4) Fiskeri udført af fisker A i produktionsområde 37. Blød bund med hyppige muslingebanker. Høj forekomst af søstjerner. Fangsten sammensat af et træk af ca. 15 minutters varighed. Samlet landing 569 kg.

Fisker A benyttede samme fartøj og redskab til sine tre fangster. Fisker B benyttede et andet fartøj og redskab til sin fangst.

I det følgende er præsenteret bifangstens andel af de fire fangster samt bifangstens sammensætning i de respektive fangster.

Fangstopgørelse 1, fisker A, område 15

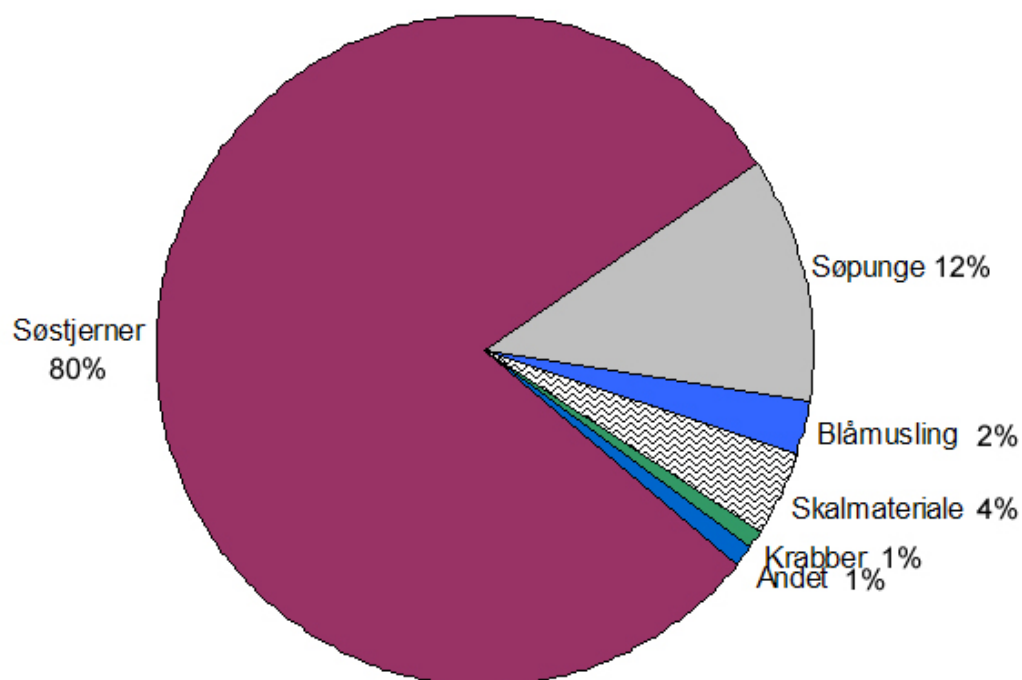


Figur 12.1: Fangstens sammensætning fordelt på søstjerner og bifangst.

Art	Andel, %	kg/ton søstjerner
Styela clava	4,00	7,33
Ascidella aspersa	39,44	72,38
Blåmusling	28,33	52,00
Hjertemusling	-	-
Europæisk østers	0,02	0,04
Strandkrabbe	7,88	14,47
Ulk	0,15	0,27
Rødspætte	0,01	0,01
Sandkutling	0,03	0,05
Hundestejle	-	-
Hestereje	0,03	0,06
Roskildereje	0,07	0,12
Slangestjerne	-	-
Søanemoner	0,56	1,02
Søpindsvin	0,04	0,06
Dyrisk svamp	-	-
Kalkrørsorm	-	-
Blåmusling, skaller	17,21	31,58
Østers, skaller	0,71	1,30
Knivmusling, skaller	0,03	0,06
Hjertemusling, skaller	-	-
Strandkrabbe, skaller	0,02	0,03
Øvrige skaller	0,95	1,73
Blandet affald	0,54	0,99

Figur 12.2: Bifangstens sammensætning fordelt på arter opgjort som dels relativ andel af bifangsten, dels kg bifangst pr. ton søstjerner.

Fangstopgørelse 2, fisker A område 35

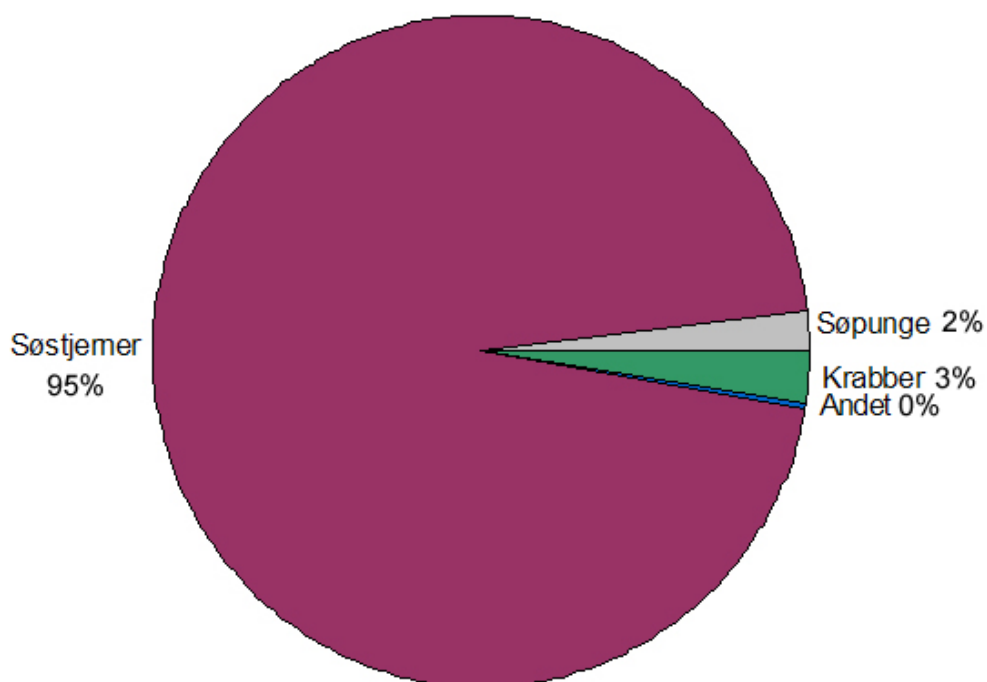


Figur 12.3: Fangstens sammensætning fordelt på søstjerner og bifangst.

Art	Andel, %	kg/ton søstjerner
Styela clava	23,22	47,80
Ascidella aspersa	35,33	72,73
Blåmusling	11,63	23,93
Hjertemusling	-	-
Europæisk østers	-	-
Strandkrabbe	3,76	7,73
Ulk	0,36	0,75
Rødspætte	-	-
Sandkutling	-	-
Hundestejle	0,02	0,04
Hestereje	-	-
Roskildereje	0,03	0,06
Slangestjerne	0,01	0,02
Søanemoner	1,88	3,87
Søpindsvin	1,33	2,73
Dyrisk svamp	0,52	1,07
Kalkrørsorm	2,04	4,20
Blåmusling, skaller	11,50	23,67
Østers, skaller	5,83	12,00
Knivmusling, skaller	0,91	1,87
Hjertemusling, skaller	-	-
Strandkrabbe, skaller	-	-
Øvrige skaller	-	-
Blandet affald	1,65	3,40

Figur 12.4: Bifangstens sammensætning fordelt på arter opgjort som dels relativ andel af bifangsten, dels kg bifangst pr. ton søstjerner.

Fangstopgørelse 3, fisker B, område 11

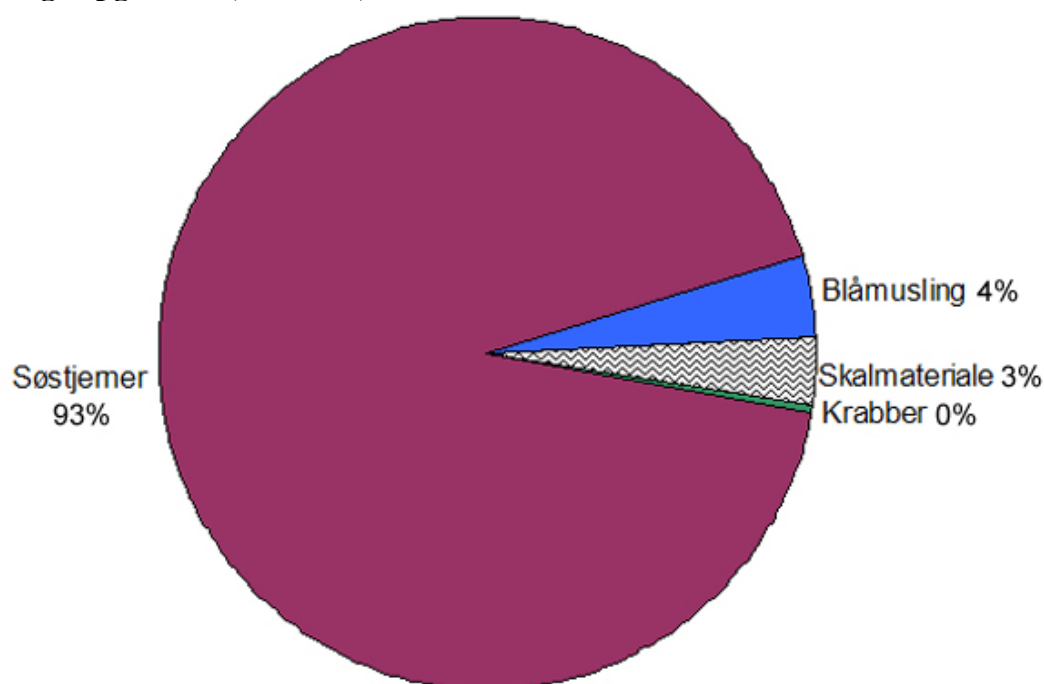


Figur 12.5: Fangstens sammensætning fordelt på søstjerner og bifangst.

Art	Andel, %	kg/ton søstjerner
Styela clava	21,05	10,00
Ascidiella aspersa	19,04	9,05
Blåmusling	0,19	0,09
Hjertemusling	-	-
Europæisk østers	-	-
Strandkrabbe	53,07	25,21
Ulk	-	-
Rødspætte	-	-
Sandkutling	-	-
Hundestejle	0,04	0,02
Hestereje	-	-
Roskildereje	0,03	0,02
Slangestjerne	0,92	0,44
Søanemoner	0,18	0,09
Søpindsvin	0,59	0,28
Dyrisk svamp	-	-
Kalkrørsorm	-	-
Blåmusling, skaller	1,02	0,49
Østers, skaller	0,10	0,05
Knivmusling, skaller	1,47	0,70
Hjertemusling, skaller	-	-
Strandkrabbe, skaller	-	-
Øvrige skaller	0,21	0,10
Blandet affald	2,10	1,00

Figur 12.6: Bifangstens sammensætning fordelt på arter opgjort som dels relativ andel af bifangsten, dels kg bifangst pr. ton søstjerner.

Fangstopgørelse 4, fisker A, område 36



Figur 12.7: Fangstens sammensætning fordelt på søstjerner og bifangst.

Art	Andel, %	kg/ton søstjerner
Styela clava	0,22	0,17
Ascidella aspersa	0,04	0,03
Blåmusling	53,05	40,28
Hjertemusling	-	-
Europæisk østers	-	-
Strandkrabbe	1,37	1,04
Ulk	-	-
Rødspætte	-	-
Sandkutling	-	-
Hundestejle	-	-
Hestereje	0,06	0,05
Roskildereje	0,07	0,05
Slangestjerne	0,39	0,30
Søanemoner	0,15	0,11
Søpindsvin	0,01	0,01
Dyrisk svamp	-	-
Kalkrørsorm	-	-
Blåmusling, skaller	43,83	33,29
Østers, skaller	-	-
Knivmusling, skaller	0,38	0,29
Hjertemusling, skaller	-	-
Strandkrabbe, skaller	-	-
Øvrige skaller	-	-
Blandet affald	0,43	0,32

Figur 12.8: Bifangstens sammensætning fordelt på arter opgjort som dels relativ andel af bifangsten, dels kg bifangst pr. ton søstjerner.

12.1.3 Diskussion

Som det fremgår af figurerne 12.1-12.8, består bifangsten overvejende af arter og materiale med en relativ lav massefylde såsom søpunge og tomme skaller af forskellige muslingearter. Dette er fuldt forventeligt, da søstjernevoddets funktion netop er at selektere på materialets evne til at holde sig svævende i vandet, efter det er blevet hvirvlet op af gummirubben.

En betydelig del af bifangsten udgøres imidlertid af levende blåmuslinger, som i sig selv har en højere massefylde. Årsagen til at de fanges med søstjernevoddet er, at de fanges som en del af nogle klumper, som overvejende består af tomme skaller, der holdes sammen af de levende muslingers byssustråde (se figur 12.9). På grund af den store andel af tomme skaller i klumperne, holdes de altså svævende længe nok til at blive fanget i søstjernevoddet.



Figur 12.9: Klump af muslingeskaller, som holdes sammen af byssus fra nogle få levende muslinger. Klumpens samlede massefylde er så lav, at den opfanges af søstjernevoddet og de levende muslinger kommer derved til at optræde i bifangsten.

Mængden af bifangst vurderes, på grundlag af videooptagelserne i afsnit 8.3, overvejende at være en funktion af slæbetiden i de enkelte træk. Forekommer der mange søstjerner i et område, vil voddet relativt hurtigt skulle tømmes, og trækket bliver derfor kortvarigt. I den korte tid og over den korte strækning, vil der ikke forekomme så meget materiale, som potentielt vil kunne opsamles af voddet, som der ville forekomme, hvis trækket var mere langvarigt. Derfor må der forventes at forekomme mere bifangst i områder med en lav forekomst af søstjerner, og der derfor vil blive udført mere langvarige træk, inden voddet skal tømmes for fangst. Det ses dog også af bifangstopgørelserne at mængden og typen af bifangst til en vis grad er bestemt af mængde og arten af bifangstarter i fiskeområdet.

På grund af søstjernernes fysiske egenskaber efter fangsten, er det næppe muligt at foretage en maskinel soretering af fangsten med henblik på at genudsætte bifangst umiddelbart efter fangsten. De organismer som optræder som bifangst vil derfor indgå i den samlede landing af søstjerner og vil følge disse til den videre forarbejdning.

12.1.4 Konklusion

Søstjernevoddet er generelt meget selektivt, og der vil under normalt fiskeri kun forekomme ganske lidt bifangst. De arter, som optræder i bifangsterne er kun sjældent arter, som er genstand for målrettet fiskeri.

Mængden af bifangst vurderes overvejende at være en funktion af slæbetiden i de enkelte træk. Forekommer der mange søstjerner i et område, bliver trækket kort, og der nås derfor ikke at blive fanget så meget bifangst, som der ville blive i et langvarigt træk i et område med få søstjerner.

13 Analyse af søstjernerens kemiske sammensætning

Med projektets arbejdsplan 1D, blev det søgt at kortlægge den kemiske sammensætning af søstjerner. Sammensætningen er blevet dokumenteret for de parametre, som er relevante i forbindelse med en udnyttelse af søstjernerne til fiske-, fjerkræ-, pelsdyr- eller svinefoder. Prøvetagningen blev tilrettelagt, så det blev muligt at bedømme en eventuel variation i sammensætningen som funktion af årstiden.

På baggrund af de opnåede analysedata blev en række relevante institutioner anmodet om at fremskaffe med en vurdering af potentialet for at anvende søstjerner som råvarer i netop deres produktion. Vurderingen skulle omfatte de muligheder og eventuelle begrænsninger, som måtte kunne forudses i anvendelsen af søstjerner.

Baggrund

Et velegnet dyrefoder skal indeholde alle relevante næringsstoffer i et indbyrdes forhold, der svarer til dyrenes behov. Da ingen råvarer i sig selv kan opfylde et dyrs samlede næringsbehov, er et moderne foder til husdyr sammensat af en række forskellige råvarer. For at kunne sammensætte et foder af høj kvalitet, er det nødvendigt at kende sammensætningen af de råvarer man har til sin rådighed. Derudover er det vigtigt at kende de enkelte råvarers indhold af eventuelle skadelige stoffer, som kan påvirke foderets kvalitet i negativ retning.

Søstjerner har tidligere været forsøgt anvendt som dyrefoder, og der blev i midten af 1900-tallet udført forsøg med at anvende søstjernemel i foder til bl.a. grise og fjerkræ. Der findes imidlertid kun sparsomme oplysninger om de erfaringer som blev opnået dengang, og der har tilsyneladende ikke været gennemført kemisk analysearbejde, som vi i dag kan lægge til grund for en vurdering af søstjernerens egnethed som dyrefoder.

For at kunne vurdere om søstjerner, eller dele deraf, kan anvendes som foder til husdyr, er der i nærværende projekt foretaget detaljerede undersøgelser af deres kemiske sammensætning. Da den kemiske sammensætning af søstjernerne kan forventes at variere i takt med årstiderne, er analyserne gentaget på friskladede søstjerner på forskellige tider af året. Analyserne er således gentaget syv gange jævnt fordelt over et kalenderår.

Fremgangsmåde

I samarbejde med de relevante videnscentre indenfor de respektive anvendelsesområder foretages indledningsvist en udvælgelse af de analyseparametre som er nødvendige for at kunne give en vurdering af søstjernerens anvendelsesmuligheder.

13.1 Opstilling af liste over analyseparametre

Gennem søstjerneprojektets forløb, er der blevet indsamlet prøver af søstjerner på forskellige tider af året. Disse prøver blev indsamlet med henblik på at de skulle analyseres for en række indholdsstoffer. Resultaterne skal sætte potentielle aftagere af søstjerner og søstjerneprodukter i stand til at vurdere hvorvidt de kan bruge søstjerner som råvare i deres produktion.

Det endelige analyseprogram er blevet sammensat efter drøftelser med en række potentielle aftagere af søstjernemel eller andre søstjerneprodukter. De potentielle aftagere blev præsenteret for en foreløbig liste over analyseparametre, som var lagt til grund på erfaringerne fra pilotprojektet vedrørende anvendelse af søstjerner (Hillemann, 2006).

De potentielle aftagere blev anmodet om at kommentere listen med henblik på om:

- Nogle af de anførte analyseparametre for dem er overflødige
- Der måtte være analyseparametre, udover de anførte, som burde være på listen
- Der er nogle af de anførte parametre som kræves analyseret efter særlig metode eller standard

På grundlag af tilbagemeldingerne fra de potentielle aftagere, blev den endelige liste over analyseparametre fastlagt, og analysearbejdet igangsat.

13.2 Kemisk analyse af søstjerner

I det følgende præsenteres resultaterne af de kemiske analyser, som er foretaget af søstjerner. De 7 prøver er udtaget på forskellige tider af året. Derved er det muligt at vurdere en eventuel årstidsvariation i søstjernernes kemiske sammensætning. En eventuel årstidsvariation er interessant at kende med henblik på udvælgelsen af det optimale fisketidspunkt med hensyn til opnåelsen af den bedste afregningspris for de fiskede søstjerner.

I det følgende præsenteres en sammenstilling af de fremkomne analyseværdier for de 7 prøver af hele søstjerner samt den ene prøve af søstjernemel, som er fremstillet på grundlag af søstjernerne som blev fisket den 1. maj 2007. Råmaterialet til dette mel er altså analyseret som hele søstjerner med analysedatoen 010507.

Generelle analyseparametre:

	Hele, rå søstjerner							Søstjernemel	
	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	
	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507	
	Enhed							Enhed	
Vand	75,8	76,1	75,7	77,8	76,7	75,7	71,6	%	6,4
Råske	47	39,5	37,4	45,5	31,3	48,3	43	% af TS	32,5
Råprotein	36,1	44,6	45,9	42,3	53,6	34,7	37,9	% af TS	52
Råfedt, syrehydr.	5,3	5,2	7,5	6,5	8,9	5,9	5	% af TS	6,8
NFE + træstof	11,6	10,7	9,2	5,7	6,5	11,1	14,1	% af TS	2,3
EFOS Svin #1	99,4	98,6	98,6	99,2	99,1	99,2	99,4	%	95,6
EFOSi	96,4	96,6	98	98,1	98,8	97	98,7	%	95,6
Fesv	80	90	99,7	85	112,5	79,8	87,2	/100 kgTS	92,1
Feso	77,3	86,9	95,9	81,8	108,1	77	83,8	/100 kgTS	88,8
Calcium	13	11	12	13	7,9	15	14	%	9,7
Fosfor	0,44	0,57	0,64	0,56	0,9	0,41	0,41	%	1,8
Magnesium	1,2	0,99	1,2	1,1	0,79	1,2	1,1	%	0,47
Kalium	0,81	0,98	0,95	1	1,5	0,75	0,71	%	0,9
Natrium	2,5	2,4	1,8	2,6	1,8	2,3	1,8	%	1,5
Mangan	55	14	23	20	18	60	59	mg/kg	34
Zink	170	110	120	120	110	130	100	mg/kg	95
Kobber	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	mg/kg	<5
Jern	160	110	170	200	120	280	210	mg/kg	460
Chlorid	4,23	3,9	2,87	4,29	3,43	3,87	3,14	mg/kg	2,21
Cobolt	0,28	0,31	0,27	0,27	0,2	0,39	0,49	mg/kg	0,27
Iod	3	3,5	2,8	3,4	1,9	2,8	2,4	mg/kg	7,1
Selen	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,7	<0,2	1,2	mg/kg	1,8
Bly	0,19	0,19	0,21	0,43	0,23	0,34	1,4	mg/kg	0,26
Cadmium	0,18	0,11	0,43	0,15	0,26	0,25	0,39	mg/kg	0,22
Kviksølv	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,06	0,06	mg/kg	0,09
Arsen	2,9	3,7	44	4,5	4,6	3,7	3,5	mg/kg	5,2
TriButylTin	1,46	2,8	2,1	2,06	2,05	1,81	1,75	µg/kg	1,8

Figur 13.1: Indhold af vand, råske, råfedt, mineraler samt tungmetaller.

Endvidere er målt en række fordøjeligheder.

Polyaromatiske hydrocarboner:

	Hele, rå søstjerner							Søstjernemel	
	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	
	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507	
	Enhed							Enhed	
PAH'er, sum	9	5,1	6,1	12,6	48,2	10,8	19	µg/kg	43,4
Fluoren	<0,5	<0,5	0,8	2,8	6,7	<0,5	3,3	µg/kg	3,6
Phenanthren	6,2	4,3	3,1	4,9	30	7,5	6,4	µg/kg	19
Anthracen	0,8	0,8	<5	<5	1,9	1,2	1,2	µg/kg	2,3
Fluoranthene	0,6	<0,5	0,9	1,8	2,1	0,9	2,8	µg/kg	5,9
Pyren	1,4	<0,5	0,7	2,5	6,5	1,2	5,3	µg/kg	4,9
Benzo(a)anthracen	<0,5	<0,5	<0,5	<5	<0,5	<0,5	<0,5	µg/kg	1,4
Chrysene/Triphenylen	<0,5	<0,5	0,6	0,6	1	<0,5	<0,5	µg/kg	2,2
Benzo(b)fluoranthren	<0,5	<0,5	<0,5	<5	<0,5	<0,5	<0,5	µg/kg	1,2
Benzo(k)fluoranthren	<0,5	<0,5	<0,5	<5	<0,5	<0,5	<0,5	µg/kg	0,7
Benzo(a)pyren	<0,5	<0,5	<0,5	<5	<0,5	<0,5	<0,5	µg/kg	0,8
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0,5	<0,5	<0,5	<5	<0,5	<0,5	<0,5	µg/kg	0,7
Dibenzo(a,h)anthracen	<0,5	<0,5	<0,5	<5	<0,5	<0,5	<0,5	µg/kg	<0,5
Benzo(ghi)perylene	<0,5	<0,5	<0,5	<5	<0,5	<0,5	<0,5	µg/kg	0,7
Sum af tunge PAH'er	0	0	0	0	0	0	0	µg/kg	4,1

Figur 13.2: Indhold af PolyAromatiske Hydrocarboner.

Aminosyresammensætning:

Aminosyrer	Hele, rå søstjerner							Søstjernemel	
	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	
	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	Enhed	010507 Enhed
Tryptofan	0,33	0,43	0,41	0,39	0,43	0,33	0,37	g/100g	0,39 g/100g
Cystin (fri)		<0,007	0,01	0,01	0,01	<0,007	<0,007	g/100g	0,04 g/100g
Cystein+Cystine	0,47	0,58	0,56	0,56	0,6	0,46	0,5	g/100g	0,44 g/100g
Methionin	0,64	0,76	0,8	0,7	0,86	0,62	0,75	g/100g	1,1 g/100g
Asparaginsyre (fri)	0,03	0,1	0,08	0,08	0,02	0,01	0,02	g/100g	0,02 g/100g
Threonin (fri)	0,04	0,11	0,09	0,09	0,03	0,02	0,02	g/100g	0,03 g/100g
Serin (fri)	0,1	0,24	0,19	0,19	0,15	0,05	0,04	g/100g	0,02 g/100g
Glutaminsyre (fri)	0,11	0,19	0,19	0,18	0,19	0,07	0,06	g/100g	0,07 g/100g
Prolin (fri)	0,03	0,08	0,07	0,06	0,03	0,02	0,02	g/100g	0,03 g/100g
Glycin (fri)	2,29	2,68	2,94	2,75	3,81	2,27	2,41	g/100g	0,63 g/100g
Alanin (fri)	0,19	0,25	0,24	0,28	0,37	0,14	0,07	g/100g	0,23 g/100g
Valin (fri)	0,09	0,22	0,07	0,07	0,02	0,06	0,01	g/100g	0,1 g/100g
Isoleucin (fri)	0,04	0,13	0,09	0,09	0,02	0,02	<0,018	g/100g	0,07 g/100g
Leucin (fri)	0,06	0,17	0,13	0,13	0,04	0,03	0,02	g/100g	0,11 g/100g
Tyrosin (fri)	0,04	0,11	0,08	0,09	0,03	0,03	0,02	g/100g	0,02 g/100g
Phenylalanin (fri)	0,04	0,1	0,08	0,09	0,03	0,02	<0,016	g/100g	0,05 g/100g
Histidin (fri)	0,03	0,07	0,05	0,06	0,02	0,03	0,03	g/100g	0,02 g/100g
Lysin (fri)	0,19	0,38	0,38	0,35	0,28	0,17	0,09	g/100g	0,06 g/100g
Arginin (fri)	0,15	0,34	0,27	0,28	0,14	0,14	0,1	g/100g	0,02 g/100g
Methionin (fri)	0,02	0,07	0,05	0,05	0,01	<0,008	<0,008	g/100g	0,03 g/100g
Alanin	1,6	1,89	1,91	2	2,49	1,52	1,78	g/100g	3,07 g/100g
Asparaginsyre	2,77	3,45	3,35	3,17	3,73	2,67	3,2	g/100g	4,11 g/100g
Arginin	1,94	2,4	2,35	2,36	2,75	1,8	2,21	g/100g	3,02 g/100g
Glutaminsyre, total	3,41	4,19	4,12	4,04	4,81	3,32	3,92	g/100g	5,74 g/100g
Glycin	4,66	5,34	5,49	5,43	6,89	4,51	5,3	g/100g	5,05 g/100g
Histidin	0,53	0,72	0,66	0,61	0,72	0,53	0,6	g/100g	0,87 g/100g
Isoleucin	1,2	1,53	1,5	1,37	1,67	1,18	1,35	g/100g	1,83 g/100g
Leucin	1,75	2,24	2,18	2,02	2,51	1,73	1,94	g/100g	2,93 g/100g
Lysin	1,89	2,44	2,45	2,31	2,86	1,86	2,04	g/100g	3 g/100g
Phenylalanin	1,01	1,28	1,26	1,31	1,6	0,98	1,21	g/100g	1,66 g/100g
Prolin	1,53	1,77	1,8	1,8	2,09	1,47	1,9	g/100g	2,66 g/100g
Serin	1,62	2,02	1,94	1,97	2,26	1,53	1,89	g/100g	2,33 g/100g
Threonin	1,52	1,87	1,81	1,67	2	1,45	1,78	g/100g	2,03 g/100g
Tyrosin	0,94	1,18	1,16	1,18	1,37	0,9	1,06	g/100g	1,33 g/100g
Valin	1,49	1,85	1,8	1,9	2,23	1,34	1,64	g/100g	2,17 g/100g

Figur 13.2: Indhold af aminosyrer.

Fedtsyresammensætning (modstående side)

Figur 13.4: Indhold af fedtsyrer.

Biofouling og skadevoldere: Søstjerner

	Hele, rå søstjerner								Søstjernemel	
	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Enhed	Enhed
	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507		
% fedtsyre af fedt	66,4	55,4	50,7	54,2	51,7	45,9	66,9	%	73,8	%
Sum, C:20 og derover	58,6	58,2	59,2	64,4	58,6	50,4	53,1	%	45	%
Sum, ω-3 fedtsyrer	29,1	28,6	27,9	32,4	30,7	30	27,3	%	23,8	%
Sum, ω-6 fedtsyrer	5,6	3,6	4,5	4,8	4,6	4,8	4,8	%	6,6	%
Sum, mættede fedtsyrer	17,2	20,4	15,1	17	19,2	21	21,3	%	23,4	%
Sum, enkeltumættede	35,3	34,5	33,2	31,4	33,9	32	36,1	%	40,3	%
Sum, flerumættede	38	35,1	35,5	40,5	40,6	40,8	37,8	%	33,2	%
C10:0					0,4	0,1		%		%
C12:0						0,1	0,1	%	0,1	%
C14:0	4,5	5	4,4	4,5	4,2	5,3	4,9	%	4,5	%
C15:0	0,7	0,6			0,6	0,6	0,7	%	0,5	%
C15:0 2,5,10,14 me						0,1	0,1	%	0,1	%
C15:0 (iso)						0,2	0,2	%	0,2	%
C15:0 (anteiso)						0,1	0,1	%	0,1	%
C16:0	7,5	7,7	6,8	6,6	7,3	7,7	8	%	11,8	%
C16:0 (iso)		0,6			0,3	0,2	0,2	%	0,2	%
C16:1 ω-7	3,3	1,4	1,2	1,4	2,5	6	4,6	%	4,3	%
C16:1 ω-9		0,6			0,6	0,4	0,6	%	0,6	%
C16:1 ω-5 + 7me16:0	0,6	0,8		0,8	0,5	0,2	0,1	%	0,2	%
C17:0	0,6	0,5			0,5	0,4	0,6	%	0,4	%
C17:0 (iso)						0,4	0,5	%	0,4	%
C17:0 (anteiso)		0,6			0,3	0,3	0,4	%	0,3	%
C16:2 ω 4					0,4	0,8	0,7	%	0,7	%
C16:3 ω 4 + C17:1					0,4	0,7	0,4	%	0,5	%
C16:4 ω-1					0,4	0,6	0,3	%	0,3	%
C16:4 ω-3 + C16:3ω-3	3,2	3,3	2,8	3,2	2,8	3,2	3,4	%	0,5	%
C18:0	3,7	4,2	4	4,3	5,1	4,6	4,8	%	3,9	%
C18:1 n 13 cis		0,6			0,6	0,5	0,5	%	0,3	%
C18:0 (iso)		0,5				0,2	0,2	%	0,2	%
C18:1ω-9	0,9	0,9	1		0,5	0,6	0,6	%	10,5	%
C18:1ω-7	4,8	2,5	2,7	2,5	4,1	4,8	5,6	%	3,6	%
C18:1ω-5						0,2	0,2	%	0,2	%
C18:2 ω 4					0,6	0,8	0,8	%	0,3	%
C18:2 ω 5						0,1	0,2	%	0,1	%
C18:2 ω 6						0,2	0,2	%	3,6	%
C18:2 ω 7						0,1	0,1	%	0,1	%
C18:3 ω-3	0,8	0,5			0,4	0,4	0,3	%	1,3	%
C18:3 ω-4					0,9	1	0,6	%	0,4	%
C18:3 ω-6						0,2	0,3	%	0,1	%
C18:4 ω-3	1,3	1,2	1,8	1,1	1,2	1,7	1,2	%	1,5	%
C18:4 ω-1					0,5	0,7	0,4	%	0,2	%
C20:0	0,6	0,6		1,2	0,3	0,2	0,2	%	0,2	%
C20:1 ω-11 + C20:1ω-9	15,8	18	17	16,5	15,7	14,3	15,9	%	10,8	%
C20:1 ω-7	1,1	0,8	1,2	1	1,7	1,5	1,5	%	0,9	%
C20:1ω-5	3,8	5,6	5,5	6	4,6	0,6	3,2	%	1,7	%
C20:2 ω-6	1,2	1,2	1,3	1,3	0,7	0,6	0,6	%	0,5	%
C20:2 nmid							0,2	%	0,1	%
C20:3 ω-3					0,7	0,2	0,3	%	0,4	%
C20:3 ω-6						0,2	0,2	%	0,2	%
C20:4ω-6	3,3	2,4	3,3	3,5	3	3,1	2,6	%	1,8	%
C20:4ω-3	1,2			1	0,6	0,4	0,4	%	0,6	%
C20:5ω-3	11,7	10,2	9,5	13	16	17,5	14,4	%	9,2	%
C22:0							0,1	%	0,1	%
C22:1ω-13+c22:1ω 11			1,2			0,2	0,2	%	4,9	%
C22:1ω-9	1,3	0,9	1,3	1,4	0,8	0,6	0,7	%	0,8	%
C22:1ω-7	1,6	0,8			0,8	0,7	0,8	%	0,3	%
C22:2 nmid	2,8	2,3	3	3,3	2,3	2	2,4	%	0,8	%
C22:3 n3 cis								%	0,2	%
C21:5 ω-3	0,8	0,8	1,8	1,5	0,9	0,1	0,2	%	0,1	%
C22:4 ω-6	1,1				0,8	0,5	0,4	%	0,3	%
C22:4 ω-3								%	0,1	%
C22:5 ω-6							0,3	%	0,1	%
C22:5 ω-3	2,1	0,6	1,5	2,2	1,4	1	1	%	1,5	%
C22:6 ω-3	8,1	11,9	10,5	10,3	6,8	5,6	6	%	8,4	%
C24:0								%	0,1	%
C24:1 ω-9	2,3	1,9	2,2	2,2	1,4	1,2	1,4	%	1	%
Uidentificerede fedts.	9,5	10	16,2	11,2	6,3	6,2	4,8	%	3,2	%

PCDD/F, PCB

	Hele, rå søstjerner							Søstjernemel	Enhed
	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	Dato	
	171106	160107	140207	210307	010507	210607	180807	010507	
Tørstof	95	93,7	91,6	95,7	94,9	95	96,2	94,6	%
PCDD/F									
2378-TetraCDF	1,21	1,08	1,07	1,22	2,09	1,59	1,59	1,29	*
12378-PentaCDF	<0,03	<0,04	0,04	<0,04	<0,03	<0,03	<0,01	0,12	*
23478-PentaCDF	0,12	0,13	0,15	0,2	0,37	0,16	0,13	0,57	*
123478-HexaCDF	<0,03	<0,04	<0,03	<0,04	<0,03	<0,03	<0,01	0,08	*
123678-HexaCDF	<0,03	<0,04	<0,03	<0,04	<0,03	<0,03	<0,01	0,04	*
123789-HexaCDF	<0,07	<0,04	<0,03	<0,04	<0,03	<0,03	<0,01	<0,02	*
234678-HexaCDF	<0,0	0,08	0,07	0,07	0,09	0,08	0,05	0,09	*
1234678-HeptaCDF	<0,03	<0,03	<0,03	0,04	<0,03	0,16	0,03	0,15	*
1234789-HeptaCDF	<0,07	<0,03	<0,04	<0,04	<0,03	<0,03	<0,01	0,02	*
OctaCDF	<0,27	<0,34	<0,3	<0,35	<0,27	<0,3	<0,14	0,31	*
2378-TetraCDD	0,19	0,17	0,16	0,07	0,21	0,42	0,08	0,1	*
12378-PentaCDD	0,22	0,21	0,2	0,22	0,21	0,6	0,22	0,16	*
123478-HexaCDD	0,04	0,13	0,13	0,11	0,11	0,14	0,08	0,04	*
123678-HexaCDD	0,19	0,25	0,21	0,27	0,28	0,38	0,29	0,16	*
123789-HexaCDD	0,07	0,19	0,15	0,18	0,19	<0,06	0,17	0,09	*
1234678-HeptaCDD	<0,38	1,6	1,1	1,12	0,96	0,63	0,63	0,65	*
OctaCDD	0,96	2,9	2,97	3,16	2,38	4,45	2,19	4,09	*
WHO-PCDD/F-TEQ excl.LOQ	0,617	0,642	0,615	0,594	0,887	1,32	0,594	0,745	*
WHO-PCDD/F-TEQ incl.LOQ	0,642	0,655	0,626	0,608	0,898	1,34	0,599	0,747	*
WHO(2005)-PCDD/F-TEQ excl LOQ	0,593	0,615	0,585	0,556	0,813	1,29	0,569	0,631	*
WHO(2005)-PCDD/F-TEQ incl LOQ	0,617	0,628	0,595	0,569	0,823	1,31	0,574	0,632	*
WHO-PCB									
TetraCB(#77)	28,5	15	20,1	14,1	33,1	28,2	35,9	19,6	*
TetraCB(#81)	1,58	0,61	0,53	0,48	0,98	1,47	1,82	<0,44	*
PentaCB(#105)	148	175	186	145	193	187	169	256	*
PentaCB(#114)	4,32	5,28	6,71	3,81	5,34	5,28	5,73	11,6	*
PentaCB(#118)	737	749	787	571	857	985	804	922	*
PentaCB(#123)	136	9,25	7,2	4,53	10,1	6,45	4,84	6,82	*
PentaCB(#126)	6,12	3,8	4,68	3,95	8,21	6,54	3,94	6,21	*
HexaCB(#156)	40	50,2	51,6	39,8	62,7	48,1	49,6	103	*
HexaCB(#157)	13,5	14,7	16,1	12,6	20,9	19,6	16,4	23,8	*
HexaCB(#167)	43,5	35,1	35,8	26,3	46,9	59,3	39,4	49	*
HexaCB(#169)	0,92	1,11	0,76	0,68	1,09	2	1,11	1,1	*
HeptaCB(#189)	3,38	3,99	4,13	3,68	8,07	5,6	5,33	11,7	*
WHO-PCB-TEQ excl.LOQ	0,756	0,522	0,614	0,505	0,987	0,833	0,544	0,824	*
WHO-PCB-TEQ incl.LOQ	0,756	0,522	0,614	0,505	0,987	0,833	0,544	0,824	*
WHO(2005)-PCB-TEQ excl.LOQ	0,677	0,446	0,526	0,442	0,894	0,757	0,464	0,698	*
WHO(2005)-PCB-TEQ incl.LOQ	0,677	0,446	0,526	0,442	0,894	0,757	0,464	0,698	*
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ excl.LOQ	1,373	1,164	1,229	1,099	1,874	2,153	1,138	1,569	*
WHO-PCDD/F-PCB-TEQ incl.LOQ	1,398	1,177	1,24	1,113	1,885	2,173	1,143	1,571	*
WHO(2005)-PCDD/F-PCB-TEQ ex.LOQ	1,27	1,061	1,111	0,998	1,707	2,047	1,033	1,329	*
WHO(2005)-PCDD/F-PCB-TEQ in.LOQ	1,294	1,074	1,121	1,011	1,717	2,067	1,038	1,33	*

*) Alle værdier er i enheden ng/kg ved et vandindhold på 12%

Figur 13.5: Indhold af visse miljøfremmede stoffer.

13.3 Vurdering af søstjernerens egnethed som dyrefoder

I forbindelse med projektet har tre uafhængige eksperter vurderet anvendeligheden af søstjerner som råvare i foderproduktionen til en række dyregrupper. Alle vurderinger er vedhæftet som bilag 1 til denne rapport.

Sammenfattende kan det siges at søstjerner indeholder en række interessante perspektiver når det kommer til anvendelse som foderråvare.

Endvidere er der formodninger om at søstjerner indeholder en række biologisk aktive stoffer, som kan have stor betydning for en række dyrearters ernæring. Hvis disse formodninger viser sig at være korrekte, kan der være et ikke ubetydeligt økonomisk potentiale i søstjerner som fiskeriressource.

14 Afprøvning af søstjerner som foder

Hvad angår anvendelsen af søstjerner til foder, så er der en række aspekter som er vigtige at få belyst. De fleste af vores husdyrarter, har et højt udviklet sanseapparat, og er i stand til at få en kompleks smagsoplevelse af deres foder.

For husdyr, som naturligt lever af plantemateriale, opfattes søstjerner sandsynligvis som en fremmed smag, og der er derfor behov for at undersøge om disse dyr finder smagen tiltalende eller ej. I tilfældet med husdyr, som normalt lever af marine fødeemner i form af fisk og lignende, kan det tænkes, at søstjerner kan bidrage til at smagssætte foderstoffer af vegetabilsk oprindelse, som normalt ville blive fravalgt af dyrene.

Søstjerner afviger endvidere på en række punkter fra de råvarer som traditionelt anvendes i eksempelvis foderproduktion. Således udgør det høje kalkindhold et potentielt problem i relation til den syrekonservering, som er en almindeligt anvendt konserveringsmetode i ikke tørrede råvarer til dyrefoder.

Projektets arbejdsplan 1E havde til formål at gennemføre en praktisk afprøvning af en produktionsproces, hvor søstjernerne gennemgår opfiskning, transport, oparbejdning, evt. konservering, forarbejdning og anvendelse.

På grundlag af resultaterne af vurderingerne af søstjernernes anvendelighed i arbejdsplan 1D blev anvendelsen til økologisk fjerkræfoder udvalgt til nærmere afprøvning.

Undervejs i projektet anmodede en virksomhed endvidere om at få en prøve af søstjernemelet til afprøvning som attraktant i fiskefoder. Forsøgene var en del af en omfattende screening for anvendeligheden af en række alternative råvarer, hvor de praktiske forsøg var planlagt til at skulle udføres i starten af 2008. Forsøgene er således ikke en del af nærværende projekt, og resultaterne derfra kan ikke nå at blive omtalt i denne rapport. Når resultaterne af undersøgelserne foreligger, vil de, såfremt der ses en effekt af søstjernemelet, blive omtalt på DSC's hjemmeside.

I pilotprojektet om anvendelse af søstjerner som svinefoder, blev separationen af søstjerner i pressesaft og restfraktion undersøgt. Resultaterne herfra er beskrevet i Hillemann (2006). I dette projekt er der derfor ikke fokuseret yderligere på separationsteknikker og resultaterne heraf.

På grundlag af tilbagemeldinger fra en række potentielle aftagere af søstjernebaserede råvarer, er det relevant at kigge på fremstillingen af mel som den måde hvorpå søstjernerne kan opnå en hygiejnisering og acceptabel lagerholdbarhed. Ved at fremstille mel af søstjernerne opnår man en varmebehandling som reducerer indholdet af eventuelle uønskede bakterier og ved den efterfølgende tørring opnår man en holdbarhed på ca. et år ved opbevaring tørt ved stuetemperatur.

14.1 Fremstilling af søstjernemel

I forbindelse med dette projekt er der ved to lejligheder blevet fremstillet mel af søstjerner fra Limfjorden. Første gang af søstjerner fisket i maj 2007 i Kaas Bredning og anden gang af søstjerner fisket i Sallingsund november 2007. Melfremstillingen har fundet sted på Vereinigte Fischmehlwerke i Cuxhaven. Melet blev emballeret i papirsække á 40 kg (figur 14.1).

Søstjernerne, som blev fisket i maj måned, blev fisket på et tidspunkt hvor de var fulde af rogn. Søstjernerne fisket i november indeholdt i modsætning hertil stort set ikke rogn. På figur 14.2 ses billeder af mel fra de to produktioner. Som det fremgår af billedet er melet fra de rognfyldte søstjerner i maj lyst gulbrunt, mens melet fra søstjernerne uden rogn er mørkere brunt. Der er givetvis tale om at den høje andel af den gulfarvede rogn får indflydelse på det endelige melprodukts farve.



Figur 14.1: Søstjernemel emballeret i papirsække á 40 kg.



Figur 14.1: Farven på søstjernemel. T.v.: Søstjernemel fra rognfyldte søstjerner fisket i maj. T.h.: Søstjernemel fra søstjerner uden nævneværdigt indhold af rogn fisket i november. De ses at melet fra de rognholdige søstjerner har en mere lys gulbrun farve, som givetvis stammer fra indholdet af den lysegule rogn.

Det mel, som blev fremstillet i maj måned, blev underkastet laboratorieundersøgelser med henblik på at belyse den kemiske sammensætning. Resultaterne af disse analyser er beskrevet i afsnit 13.2.

14.2 Afprøvning af søstjerner som økologisk hønsefoder

I projektets arbejdsplan 1E blev der udført forsøg med konkret anvendelse af søstjernemel som foderråvare til økologiske æglæggende høns.

Forsøget er afrapporteret i bilag 4, som findes i den særskilte bilagsrapport.

15 Afslutning og perspektivering

Det danske fiskeri af søstjerner gennem det meste af 1900-tallet, var i sin tid det suverænt største i verden. Ingen steder er der før eller siden rapporteret om fiskeri af større mængder søstjerner.

Redskabet, som anvendes til fiskeri af søstjerner i Danmark er udviklet til denne specielle form for fiskeri, og vurderes at overgå de øvrige redskabstyper med hensyn til effektivitet og skånsomhed. Dog har det ikke været muligt at bedømme skånsomheden af den fransk/amerikansk/canadiske moppeteknik. Det er derfor uvist om den kan udvikles til at opnå en grad af skånsomhed, der svarer til, eller overgår, det danske søstjernevod. Dog står det klart at moppeteknikken ikke vil kunne opnå den samme fiskerieffektivitet pr. træk som det danske søstjernevod.

I forbindelse med forsøgfiskeri udført som en del af dette projekt, blev det observeret at fiskeri af søstjerner tilsyneladende tiltrækker nye søstjerner. Dette er også set i andre tilfælde, mens andre igen observerer en stærk stedbundethed. På grund af sparsom forekomst af søstjerner i projektåret var det ikke muligt at gentage disse undersøgelser det ønskede antal gange. Det er derfor uvist om denne tiltrækning er et fænomen som kun optræder i visse dele af året.

Ved forsøgsfiskerierne i dette projekt er der konstateret et betydeligt væsketab hos søstjerneerne under selve fiskeriet. Således har søstjerneerne tabt op til en tredjedel af deres vægt inden de bliver taget ombord i fiskfartøjet. Dette er et forhold som bør tages i betragtning i forbindelse med bedømmelsen af usikkerheder på bestandsopgørelser foretaget på baggrund af trawltræk eller lignende.

Bestandsestimaterne for Limfjorden indikerer at der er en bestand af søstjerner på, i størrelsesordenen 10.000 tons. Datagrundlaget er meget sparsomt, men det indikerer at søstjernebestanden formentligt oplever en række udsving gennem årene. Der ses dog ikke nogen generel tendens til en stigende bestand over de seneste årtier.

Beregninger af søstjernernes prædation på muslinger viser, at det i visse år kan udgøre en ganske betydelig mængde. I en situation hvor søstjernernes prædation er jævnt fordelt på en naturlig sund muslingebestand udgør det givetvis ikke noget problem for muslingebestanden. Koncentrerer søstjerneerne sig derimod i områder hvor der foretages genudlægnings- eller omplantningsaktiviteter, kan prædationen imidlertid formodes at være af en sådan størrelse at den kan udgøre en væsentlig hindring for opnåelsen af rentabilitet.

Vurderingen af søstjernernes kemiske sammensætning har vist, at søstjerner er en relevant ressource at tage i betragtning i forbindelse med udvælgelsen af foderråvarer. De udførte forsøg med tildeling af søstjernemel til økologiske æglæggende høns viste at hønsene accepterer smagen af søstjernemel, og at søstjernemelet ikke giver afsmag i æggene. Selvom der kun er tale om indledende

forsøg, er der ikke tvivl om at det er aktuelt at arbejde videre med anvendelsen af søstjernemel i foderet til æglæggende høns.

Et fremtidigt fiskeri af søstjerner kan forvaltes ud fra en model, hvor begrænsningen i fiskeriindsatsen fastlægges ved en begrænsning af fiskeriet til de områder hvor der foregår kommerciel produktion af bundmuslinger eller østers. På den måde vil de dele af fjorden hvor der ikke fiskes muslinger, østers eller søstjerner komme til at fungere som en stabil kilde til nye søstjernelarver, som effektivt kan spredes til hele fjorden med de naturlige vandstrømme.

Et eventuelt fremtidigt fiskeri af søstjerner vil give en enestående chance for at undersøge forholdene omkring indvandring af søstjerner til de områder hvor der foregår fiskeri. Sådanne undersøgelser vil kunne give væsentlige informationer af betydning for vurderingen af behovet for tilpasninger i forvaltningsgrundlaget.

16 Referencer

I tillæg til de kilder, som er refereret i rapporten, er en række yderligere artikler, bøger m.v. anført i nedenstående liste.

Andrews, D., Whayman, G og Edgar, G. (1996) Assessment of optimal trapping techniques to control densities of northern pacific seastars on marine farm leases. *Department of Primary Industry and Fisheries, Tasmanien*, 1-57.

Anger, K., Rogal, U., Schriever, G og Valentin, C. (1977) In-situ investigations on the echinoderm *Asterias rubens* as a predator of soft-bottom communities in the western Baltic Sea. *Helgoland Marine Research* **29**, 439-459

Anonymous. (1994) Sea star traps look promising. *Aust. Fish.* **53**, 30-31.

Barker, M.F. og Nichols, D. (1983) Reproduction, recruitment and juvenile ecology of the starfish *Asterias rubens* and *Marthasterias glacialis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **63**, 745-765 (Kun abstract).

Barkhouse, C., Niles, M. og Davidson, L.-A. (2007) A literature review of sea star control methods for bottom shellfish cultures. *Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 1-35.

Barnes, E.W. (1945) Starfish menace in southern Massachusetts in 1931. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 38-43.

Barthelemy, G., DePauw, N. og Joyce, J. (1991) Mechanical and biological control of the starfish *Asterias rubens* proliferation in the Bay of Quiberon (Southern Brittany, France). *Aquaculture and the environment. European Aquaculture Society, Special Publication* **14**, 22-24.

Bergh, Ø. og Strand, Ø. (2001) Great scallop, *Pecten maximus*, research and culture strategies in Norway: a review. *Aquaculture International* **9**: 305-318.

Bird, H.R. (1945) Dehydrated pea vines and starfish meal in poultry feeds. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 7-9

Boudreau, R., Fougere, R., Davidson L-A. og Niles, M. (2005). Fencing the seabed to protect sea scallops *Placopecten magellanicus* from predation. *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences* **2717**, 1-7.

Bourque, F. og Myrand, B. Contrôler les prédateurs de moules dans les lagunes Oui mais a quel prix. *Direction de l'innovation et des technologies. Activités* 2001-2002, 1-51.

Bourque, F. og Myrand, B. (In Press) Traitement des collecteurs de moules à la saumure pour contrer la predation par les étoiles de mer. Bilan des travaux de 2000 à 2005.

Bourque, F., Myrand, B., Forest, C., Gallien, F., Arseneau, J., Aucoin, F., Boudreau M., Cyr C., Richard, J. og Langford, M. Le traitement à la saumure des collecteurs de moules *Mytilus edulis* une solution incontournable pour réduire l'impact de la prédation des étoiles de mer Activités 2000-2001. *Direction de l'innovation et des technologies*, 1-33.

Burkenroad, M.D. (1945) General discussion of problems involved in starfish utilization. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 44-58.

Castilla, J.C. (1972) Avoidance behaviour of *Asterias rubens* to extracts of *Mytilus edulis*, solutions of bacteriological peptone, and selected amino acids. *Marine biology* **15**, 236-245.

Dale, J (2007) How starfish move.

<http://www.vsf.cape.com/~jdale/science/movement.htm>. Tilgæet november 2007.

Danis, B., Wantier, P., Dutreeux, S., Flammang, R., Dubois, Ph. Og Warnau, M. (2004) Contaminant levels in sediments and asteroids (*Asterias rubens* L., Echinodermata) from the Belgian coast and Scheldt estuary: polychlorinated biphenyls and heavy metals. *Science of the Total Environment* **333**, 149-165

Dare, P. J. (1982) Notes on the swarming behaviour and population density of *Asterias rubens* L. (Echinodermata: Asteroidea) feeding on the mussel, *Mytilus edulis*. *Journal du Conseil* **40**, 112-118 – Kun abstract.

Davies, G., Dare, P.J., og Edwards, D.B. (1980) Fenced enclosures for the protection of seed mussels (*Mytilus edulis* L.) from predation by shore-crabs (*Carcinus maenas* (L)). Ministry of agriculture, fisheries and food, Directorate of fisheries research. Fisheries research technical report no. **56**, 1-13.

Dolmer, P. (1996) Blåmuslingers vækst og dødelighed i Limfjorden. DFU rapport nr. 12-96.

Dolmer, P. (1998) The interaction between bed structure of *Mytilus edulis* L. and the predator *Asterias rubens* L. *J Exp. Mar. Biol. Ecol.* **228**: 137-150.

DFU (2006) Notat om bestandssituationen for blåmuslinger i Limfjorden og forvaltning af muslingfiskeriet. 21.12.2006 Ref.:DFU/ HØK og HFI.

FAO, Fisheries and Aquaculture Department, Cultured Aquatic Species Information Programme: *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758).
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Ostrea_edulis

Flimlin, G. og Beal, B.F. (1993) Major predators of cultured shellfish. *Northeastern Regional Aquaculture Center Bulletin Number* **180**, 1-6.

Freeman A.S. (2007) Specificity of induced defenses in *Mytilus edulis* and asymmetrical predator deterrence. *MEPS* **334**: 145-153 2007

Gaymer, C.F., Himmelman J.H. og Johnson L.E. (2001) Distribution and feeding ecology of the sea stars *Leptasterias polaris* and *Asterias vulgaris* in the northern Gulf of St Lawrence, Canada. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom* **81**, 827-843.

Gibbs, H.N. (1945) The control and utilization of starfish in Rhode Island waters. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 28-32.

Goggin, C. L. (1998) Proceedings of a meeting on the biology and management of the introduced sea star *Asterias amurensis* in Australian waters. *Centre for research on introduced marine pests. CSIRO Marine Research Hobart*, Technical report number **15**, 1-66.

Greenwood, A., Barnes, D.K.A. og O'Riordan, R.M. (2000) Seasonality of echinoderm plankton in Lough Hyne Marine Nature Reserve. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* **100B**, 171-180.

Gudbjarnason, S. (1999) Bioactive marine natural products. *Rid Fiskideildar* **16**, 107-110.

Heuser G.F. og McGinnis, J. (1945). Sea star Meal in Chick Rations. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 10-12.

Hillemann, G. (2006) Rapport for pilotprojeckt under FIUF/kollektive foranstaltninger: Søstjerner + bilag: Tynd søstjernefraktions egnethed som svinefoder. Side 1-3

Hokkaido Environment Bio-Sector, Ltd. 2004. Disposal processing of starfish. Available from <http://www.kankyo-v.co.jp/english/starfish.html> [accessed July 5, 2006].

Hutchinson, G.E., Setlow, J.K. og Brooks, J.L. (1945) Biochemical observations on *Asterias forbesi*. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 3-6.

Jakobsen, Ingvard (2000) Fjordfiskeri på Hannæs. *Historisk årbog for Thy og V. Hanherred*, 55-64

Jangoux, M. og van Impe, E. (1977) The annual pyloric cycle of *asterias rubens*. (Echinodermata: Asteroidea) *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **30**, 165-184.

Kaiser, M.J. (1996) Starfish damage as an indicator of trawling intensity. *Marine ecology progress series* **134**, 303-307.

- Karhan, S.U., Kalkan, E. og Yokes, M.B.** (2007) First record of the Atlantic starfish, *Asterias rubens* (Echinodermata: Asteroidea) from the Black Sea. *JMBA – Biodiversity Records. Published on-line*, 1-3.
- Kautsky, N.** (1982) Growth and size structure in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Marine Biology* **68** (2). 177-133.
- Kennedy, G.Y. og Vevers, H.G.** (1953) The biology of *asterias rubens* L. Variation in the sex ratio. A porphyrin pigment in the integument. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom* **32**, 235-247.
- Lee, C.F.** (1948) Technological studies of the starfish Part 1. *Commercial Fisheries Review* **10**, 1-6.
- Lee, C.F.** (1951) Technological Studies of the Sea star. Part II – Chemical Composition. *Fishery Leaflet* **391** (Washington DC), 7-14.
- MacKenzie, Clyde L., Jr.** (1996) History of oystering in the United States and Canada, featuring the eight greatest oyster estuaries - includes bibliography. *Marine Fisheries Review*, Fall, 1996.
- MacKinnon, C.M., Gallant, R. og Gillis, B.** (1993) Some observations on starfish predation on mussel spat collectors. *P. E. I. Department of Agriculture Fisheries and Forestry. Tech Rep. Ser.* **208**, 1-28.
- Martin, R og Proctor, C.** (2000) Tasmanien Marine Farm Marine Monitoring Project. *Centre for Research on Introduced Marine Pests*, 1-25.
- McEnnulty, F.R., Jones, T.E. and Bax, N.J.** (2001), The Web-Based Rapid Response Toolbox. Web publication:
<<http://crimp.marine.csiro.au/NIMPIS/controls.htm>>. Date of release: June 2001
- Menge, B. A., E. L. Berlow, C. A. Blanchette, S. A. Navarrete, and S. B. Yamada.** (1994) The keystone species concept: Variation in interaction strength in a rocky intertidal habitat. *Ecological Monographs* **64**: 249-286.
- Morse, R.E., Griffiths, F.P. og Parkhurst, R.T.** (1946). Preliminary Report on Eight Weeks of Comparative Feeding of Protein Equivalent Diets containing Fish Meal, Crab Meal and Sea star Meal to Rhode Island Red Chicks. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 13-16.
- Nauen, C.E.** (1982) A review of data on respiration of starfish and their potential use for defining starfish growth and ecological role. *Meeresforsch.* **29**: 102-113
- Navarrete, S.A., Menge, B.A.** (1996) Keystone predation and interaction strength: Interactive effects of predators on their main prey. *Ecological Monographs* **66** (4). 409-429.

Needler, A.W.H. (1939). How to avoid damage caused by starfish. *Fish. Res. Board Can.* **7**, 1-2.

NEFSC (Northeast Fisheries Science Center, NOAA) (2000) Clam Harvest Improves as Starfish Disappear.
http://www.nefsc.noaa.gov/press_release/2000/news00.11.html

Nelson, J.R. (1945) Observations on the Occurrence and Possible uses of sea star. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 31-32.

Norberg, J. og Tedengren, M. (1995) Attack behavior and predatory succes of *Asterias rubens* L. related to differences in size and morphology of prey mussel *Mytilus edulis* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **186**, 207-220.

O'Neill, S.M., Sutterlin, A.M. og Aggett, D. (1983). The effects of size-selective feeding by starfish *Asterias vulgaris* on the production on mussels *Mytilus edulis* cultured on nets. *Aquaculture* **35**, 211-220.

Oudejans, R.C.H.M. og van der Sluis, I. (1979) Changes in the biochemical composition of the ovaries of the seastar *Asterias rubens* during its annual reproductive cycle. *Marine biology* **50**, 255-261.

Paine, R.T. (1966). Food web complexity and community stability. *The American Naturalist* **100**. 65-75.

Presse, N., Vigneau, S., Hébert, D. og Nadeau, M. (2003). Essai de réduction des densités d'étoiles de mer par la technique du faubert sur les sites d'ensemencement du pétoncle géant *Placopecten magellanicus* aux îles-de-la-madeleine. *Ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation*. 1-28.

Raymond J-F., Himmelman, H og Guderley, H.E. (2007) biochemical content, energy composition and reproductive effort in broadcasting sea star *Asterias vulgaris* over the spawning period. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **341**, 32-44.

Ringrose, R.C. (1946) Sea star Meal Feeding Experiment with Chicks. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 17-19.

Saier, B. (2001) Direct and indirect effects of seastars (*Asterias rubens*) on mussel beds (*Mytilus edulis*) in the Wadden sea. *Journal of Sea Research* **46**, 29-42.

Shearer, L.W. og MacKenzie Jr. C.L. (1961) The effects of salt solutions of different strengths on oyster enemies. *Proceedings of the national shellfisheries association* **50**, 97-103.

- Shulgina, G.I.** (2006) Learning og inhibition of behaviour in the sea star *Asterias rubens*. *Journal of Evolutionary, Biochemistry and Physiology* **42**, 161-165.
- Shumway, S.E., Card, D., Getchell, R. og Newell, C.** (1988) effects of calcium oxide (quicklime) on non-target organisms in mussel beds. *Environmental Contamination and Toxicology* **40**, 503-509.
- Sloan, N.A.** (1984) Echinoderm fisheries of the world: A review. *Proceedings of the Fifth International Echinoderm Conference*, 109-123.
- Spencer, B.E.** (1991). Predators and methods of control on molluscan shellfish cultivation in north European waters. IN: Aquaculture and the environment, (De Pauw, N., og Joyce, J.). European aquaculture society special publication no. **16**, 309-337.
- Spärck, R.** (1932) On the capability of migration of adult individuals of *Asterias rubens*. Rep. Dan. Biol. Sta. **37**, 65-68
- Strand, O.E., Grefsrud, S., Strohmeier, Helland, T.E., Helland, T. og Hamre, G.** (2003) Fenced farming a prerequisite for scallop *Pecten maximus* seabed culture in Norway 14th *International Pectinid Workshop St. Petersburg Florida U. S. A.* 1-27.
- Stuart, H.O. og Hart, C.P.** (1945). Starfish meal as a protein substitute in chick rations. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 20-23.
- Sweet, H.G.** (1945) Starfish prevalence and production problems. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 33-37.
- Thorson, G.** (1951) Havets stjerner er glubende rovdyr. *Vor viden. Magasin for ny teknik og forskning*, 204-210.
- U.S. Fish and Wildlife service.** (1946) Natural history and methods of controlling the starfish, *Asterias forbesi* Desor Division of Fishery Biology. *United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service* **169**, 1-7.
- Vevers, H.G. og D. Phil, M.A** (1952) The biology of *asterias rubens* L. Variation in the sex ratio. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom* **31**, 35-40.
- Whitson D. and Titus, H.W.** (1946) The use of sea star meal in chick diets. *Bulletin of Bingham Oceanographic Collection* **IX**, 24-27.
- Wong, M.C., Barbeau, M.A., Hennigar, A.W. og Robinson, S.M.C.** (2005) Protective refuges for seeded scallops (*Placopecten magellanicus*) from sea star (*Asterias* spp.) and crab (*Cancer irroratus* and *Carcinus maenas*) predation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **62**: 1766-1781

Xu, J., T. Zhang, Z. Guo, S. Ji, Z. Leng, S. Zhou, X. Jiang, Y. Liu, og B. Lu. (1995) Studies on Comprehensive Utilization of Sea Star. Shandong fisheries/Qilu Yuye. Yantai **12**, 38-41.

Zafiriou, O., Whittle, K.J. og Blumer, M. (1972) Response of *Asterias vulgaris* to bivalves and bivalve tissue extracts. Marine Biology **13**: 137-145



DANSK SKALDYRCENTER

Dansk Skaldyrcenter
Øroddevej 80
DK-7900 Nykøbing Mors
www.skaldyrcenter.dk